N° D'ORDRE : 31

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE BESANÇON

POUR OBTENIR

LE DIPLOME DE DOCTEUR 3° CYCLE
SPÉCIALITÉ GÉOLOGIE CARTOGRAPHIQUE ET GÉOTECHNIQUE

PAR

Charles MAYA
Licencié es-Sciences

THÈSE

LA LIAISON FLUVIALE DE LA SAONE A LA MOSELLE

ÉTUDE GÉOLOGIQUE ET GÉOTECHNIQUE DU PROJET
ENTRE CORRE (Haute-Saône) ET NOMEXY (Vosges)

Soutenue le 16 Octobre 1964, devant la Commission d'Examen

JURY : MM. **DREYFUSS,** Professeur — Président
THEOBALD, Professeur — Examinateurs
THIEBAUT, Professeur — Examinateurs

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK - LEIDEN

N° D'ORDRE : 31

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE BESANÇON

POUR OBTENIR

LE DIPLOME DE DOCTEUR 3e CYCLE
SPÉCIALITÉ GÉOLOGIE CARTOGRAPHIQUE ET GÉOTECHNIQUE

PAR

Charles MAYA
Licencié es-Sciences

THÈSE

LA LIAISON FLUVIALE DE LA SAONE A LA MOSELLE

ÉTUDE GÉOLOGIQUE ET GÉOTECHNIQUE DU PROJET
ENTRE CORRE (Haute-Saône) ET NOMEXY (Vosges)

Soutenue le 16 Octobre 1964, devant la Commission d'Examen

JURY : MM. **DREYFUSS,** Professeur — Président
THEOBALD, Professeur — Examinateurs
THIEBAUT, Professeur — Examinateurs

UNIVERSITE
DE
BESANCON

F A C U L T E D E S S C I E N C E S

(à la date du 1er octobre 1964)

Doyen Honoraire : M. GLANGEAUD

Professeurs Honoraires : MM. BAILLAUD R., DUFFIEUX, THIRY, TRILLAT, UEBERSFELD, VINCENSINI

Maitre de Conférence Honoraire : M. GRANIER

DOYEN : M. JACQUEMAIN : Chimie Appliquée

ASSESSEUR : M. MESNAGE : Chronométrie

PROFESSEURS :

MM.	TRONCHET	: Botanique
	CHATELET	: Mathématiques
	PERROT	: Chimie Générale
	DREYFUSS	: Géologie-Minéralogie
	THEOBALD	: Paléontologie et géologie stratigraphique
	CROISOT	: Méthodes mathématiques de la Physique
	QUANTIN	: Botanique
	CHALEAT	: Mécanique Appliquée
	RIPPLINGER	: Physiologie Animale
	NAHON	: Mécanique Générale
	BERNARD	: Chimie-Physique
	RIGAL	: Calcul Numérique
	VIENOT	: Physique
Mme	ROZIS	: Physique
	THIEBAUT	: Géologie-Minéralogie
	GOMOT	: Zoologie
	PLUVINAGE	: Physique

PROFESSEURS SANS CHAIRE :

MM.	POTIER	: Physique des Solides
	DEVIN	: Chimie Générale
	MOTCHANE	: Electronique

MAITRES DE CONFERENCES :

MM.	VALLEE	: Mathématiques Appliquées
	REAL	: Zoologie
	GOUARNE	: Mathématiques
	LEGRAND	: Botanique
	CERUTTI	: Chimie Appliquée
	REMOND	: Chargé d'enseignement de la Maitrise de Conférences de Chronométrie.
	GUERIN	: Mathématiques

CONSEILLER ADMINISTRATIF UNIVERSITAIRE : M. LAMBERT

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547626_0030

Je remercie Monsieur le Professeur DREYFUSS, Directeur du Centre de 3e Cycle de m'avoir confié ce travail et de m'avoir permis, par son enseignement et son expérience de mener à bien cette étude.

Je remercie Monsieur le Professeur THEOBALD qui a su si bien me guider avec autorité et bienveillance lors de nombreuses sorties sur le terrain dans ces régions, dont il est le spécialiste.

Que Monsieur le Professeur THIEBAUT dont j'ai suivi les cours et qui a accepté de faire partie de mon jury, trouve ici l'expression de ma reconnaissance.

Mes remerciements vont également à tous les membres du Laboratoire, en particulier Madame ROLLET, Messieurs ROLLET, BULLE, MARTIN, Mademoiselle CHARNAY, Messieurs PASTEUR, PEGUENET et TRUCHE.

Je ne terminerai pas sans exprimer ma reconnaissance émue à Claude SARAIS avec qui j'ai si souvent débattu des problèmes traités ici et dont j'ai pu bénéficier des précieux conseils.

Que Messieurs ROUSSEAU, Directeur Technique et MONEK, géologue à la Société Béarnaise,

Monsieur le Professeur QUANTIN et Monsieur PERNEY du laboratoire de Botanique,

Le Service des Ponts et Chaussées d'Epinal,

La 2e Circonscription Electrique de Dijon,

trouvent ici l'expression de ma reconnaissance pour leur aide et pour les précieux documents qui m'ont été très aimablement fournis.

INTRODUCTION ET PLAN D'ENSEMBLE

-------oOo-------

Le présent travail consiste en l'étude géologique et géotechnique du projet de liaison Saône-Moselle par un canal à grand gabarit. Ce canal quittant la Moselle à l'aval de la localité de Nomexy se développerait en direction de Girancourt, où se situe la ligne de partage des eaux. Puis il gagnerait la Saône à Corre en suivant la vallée du Coney.

Ce projet entre dans le cadre d'une des liaisons Rhin-Rhône, étudiée par le Service des Ponts et Chaussées d'Epinal.

La solution retenue comprend deux biefs :

- un très long bief de partage de 53,435 km avec une pente d'eau à chaque extrémité pour franchir une dénivellation de 55 m à Nomexy et de 121 m à la Basse Vaivre. Il comporte une antenne au gabarit de 350 tonnes qui se raccorde au canal actuel pour desservir le Port de Colbey.

- le bief de Corre, long de 6,140 km se termine par une écluse de jonction avec la Saône dont la chute sera de 4 m.

Cette solution permet l'implantation de deux zones industrielles :

. au N d'Epinal (300 ha)

. entre Demangevelle et Corre à l'extrémité S du canal.

On aurait pu penser également :

. soit suivre la vallée empruntée par l'actuel canal de l'Est,

. soit faire un canal situé sur l'un ou l'autre des versants.

La première solution n'a pas semblé valable car la vallée étroite, encaissée et très sinueuse ne se prête pas à un aménagement à grand gabarit.

La seconde doit tenir compte des faibles débits recueillis dans la zone de partage des eaux, ce qui conduit à l'éliminer en raison de la multiplication des écluses ou ascenseurs et fait penser à l'élaboration d'un bief principal aussi long que possible.

Toutefois, nous verrons à l'étude du projet que quelques variantes, suggérées par la Géologie et la Géotechnique, sont possibles, sans modifier les principes généraux ayant présidé au choix du tracé.

Dans la première partie seront vus :

- Les besoins du canal et les ressources naturelles en eau de la région.
- Les aménagements possibles afin d'augmenter les possibilités d'alimentation en eau.

La deuxième partie comprend :

- Un lever géologique au 1/25.000e d'une zone de 3 à 4 km de part et d'autre de l'axe du futur canal.
- une description stratigraphique détaillée le complète, de même qu'une étude géotechnique des ensembles de la série.

Dans une troisième partie, les problèmes posés pour la construction d'un tel ouvrage (tranchées, remblais, écluses, élévateurs) seront envisagés à l'aide des renseignements apportés par la géologie et la géotechnique.

*

* *

PREMIERE PARTIE

H Y D R O L O G I E

----oOo----

I - INTRODUCTION

L'alimentation en eau d'un canal à grand gabarit pose un grand nombre de problèmes,à savoir : un débit assez considérable (> 4 m3/s), une rivière assez importante où l'on peut prendre, durant une période assez longue de l'année, des débits constants et assez élevés (Les étiages de ce cours d'eau ne doivent pas être trop bas),des sites possibles de réserves pour y accumuler l'eau, afin d'éviter les étiages.

La résolution de tous ces problèmes dépasserait le cadre de ce travail. On se bornera à établir les diverses possibilités de ressources en eau ainsi que les besoins approximatifs. Un bilan pourra être dégagé permettant de voir si les ressources sont acceptables avec un projet d'une telle ampleur.

Un certain nombre de généralités peut être rappelé permettant de donner une ligne de conduite pour une étude plus précise et plus détaillée.

Dans le cas d'un canal à écluses, l'alimentation en eau doit être faite depuis les points les plus hauts du canal. L'écoulement se fera sur chaque versant de façon presque continue et dépendra du trafic.

Pour un bief unique, l'alimentation peut se faire depuis n'importe quel point de ce bief. Le volume d'eau sera fonction des pertes dues à une étanchéité incomplète d'une part et d'autre part de l'alimentation des bacs,des ascenseurs à bâteaux. Dans ce dernier cas, la consommation sera moindre que pour un canal à écluses du type habituel.

Deux problèmes différents d'alimentation se posent :

- Celui du bief de Corre en aval duquel se trouve une écluse,
- Celui du bief de partage, limité à ses deux extrêmités par deux élévateurs.

II - BIEF et ECLUSE DE CORRE

Les besoins en eau pour cette partie du canal sont voisins de 4,1 m3/s, et se divisent en :

. 0,07 m3/s, représentant les pertes du bief évaluées sur la base de 1 m3/s par jour et par mètre linéaire.

. 4 m3/s, représentant le débit propre de l'écluse de Corre.

Le bief étant très court, les stockages sont à exclure, il conviendra donc de prévoir une alimentation instantanée.

Les ressources sont de deux sortes : les eaux du Coney et celles de la Saône. Nous pouvons aussi mentionner les pertes de l'élévateur de la Basse Vaivre qui seront évidemment recueillies dans le bief et fourniront également un appoint.

D'après une étude du Service hydraulique, l'étiage du Coney se situe au voisinage de 0,6 m3/s. Compte-tenu du débit du Coney, il serait nécessaire de prélever en Saône 3,5 m3/s. C'est inadmissible en période d'étiage d'où la nécessité d'un bassin d'épargne qui ramènerait le débit nécessaire pour les écluses à 2,7 m3/s ; le débit minimum à dériver serait alors ramené à 2,2 m3/s. Le bassin d'épargne ne serait évidemment utilisé qu'en période de basses eaux.

L'alimentation pourra se faire entièrement par gravité (planche II). La Saône présente une pente assez forte en amont de Corre. Au droit de Bourbevelle, la cote du plan d'eau est de 228 N.G.F. . Il serait donc facile d'établir un petit barrage de prise d'eau, constitué par un simple épi en enrochement placé perpendiculairement à la rivière. Ce petit ouvrage suréleverait le plan d'eau de 0,50 m. La rigole d'alimentation aurait une longueur de 6,800 mètres et une pente de 1/2 mm par mètre.

III - BIEF DE PARTAGE

- Besoins en eau

Ils sont de deux sortes :

. Les pertes du bief qui, estimées sur la même base que pour le bier terminal correspondent à une consommation journalière de 53.435 m3 pour un débit instantané de 0,64 m3/s.

. La consommation des élévateurs. Elle est pratiquement nulle mais l'étanchéité des appareils n'est jamais parfaite. Les fuites semblent devoir être comprises entre 0,55 et 1 m3/s.

En estimant avec une marge de sécurité assez confortable, on peut dire que les besoins en eau d'un tel ouvrage ne semblent pas excéder 2 m3/s, ce qui correspond à un apport d'eau annuel de 63.072.000 m3.

- Ressources

On peut considérer :

A - Le débit propre du bassin versant du bief de partage
B - Le débit prélevé actuellement en Moselle et accumulé dans le bassin de Bouzey
C - Le débit récupérable par un barrage, à créer, sur la Moselle, à Noirgueux.

A - ETUDE DU BASSIN VERSANT

Le canal se développant à la cote 345, la limite inférieure de son bassin versant peut être fixée à la cote 350. En effet, en deça de cette altitude, les eaux qui seraient collectées devraient être pompées et reconduites mécaniquement dans le canal, alors que depuis les points d'altitude 350, elles pourraient alimenter l'ouvrage par simple gravité. La limite supérieure se déduit assez facilement de la topographie dans la majorité des cas, les bassins n'étant pas calcaires.

On peut distinguer les eaux drainées par l'Avièvre qui, par l'intermédiaire de la Moselle, se jettent en mer du Nord et celles du Coney qui, par la Saône, gagneront le Rhône et la Méditerranée. La limite de partage des eaux passe au niveau du col de Girancourt.

Le bassin versant du lac artificiel de Bouzey représente en sorte un système intermédiaire. Bien qu'au point de vue sens d'écoulement il appartienne au régime Mer du Nord, il a été distingué car les eaux drainées par sa surface sont directement récupérées et profitent sans aménagement à l'alimentation de l'ouvrage.

1°) Bassin de l'Avièvre

D'une superficie de 58 km2, cette unité présente très peu d'intérêt. En effet, il s'agit de petits ruisseaux qui, coulant sur un substratum calcaire, très diaclasé, ont de très faibles débits. Les aménagements que l'on devrait faire pour collecter ces eaux seraient trop importants.

2°) Bassin de Bouzey

Pour une surface drainante d'environ 15,2 km2, les débits récupérés seront assez faibles. On peut compter à Bouzey sur une lame d'eau annuelle de l'ordre de 860 mm pour une température moyenne voisine de 10°. La région est boisée sur un substratum gréseux présentant un très léger pendage vers le Nord-Ouest, ce qui facilite, dans une certaine mesure, l'écoulement des eaux vers le lac artificiel. La pente des talus est assez faible et généralement recouverte d'un manteau d'éboulis. Les sources sont peu fréquentes.

Le secteur étant assez arrosé, il semble que l'on puisse compter sur un module moyen brut de 3,66 l/s/km2, ce qui donne, tenant compte de l'évapo-transpiration et de l'infiltration, un module minimun d'écoulement de 0,915 l/s/ km2 qui correspondrait pour ce bassin à un débit de 14 l/s en période d'étiage.

3°) Bassin versant du Coney

Il représente l'unité hydrologique la plus importante. D'une superficie totale de 180 km2, il peut se diviser en deux bassins élémentaires, à savoir : situés, l'un sur la rive droite (72,6 km2), l'autre sur la rive gauche (107,3 km2).

Ces deux surfaces drainantes présentent les mêmes caractéristiques géologiques climatiques et hydrologiques. On peut cependant observer sur le bassin de rive droite un "chevelu" de petits ruisseaux, plus important que sur celui de rive gauche qui est entaillé par des rivières plus importantes.

+ Réseau hydrographique

En général, dans la région considérée, le réseau hydrographique a une direction N-NW - S-SE, passant très souvent N - S, c'est à dire qu'il se trouve normal au canal, ce qui facilitera le drainage des eaux vers l'ouvrage.

Ces ruisseaux prennent naissance à partir de petites sources et s'écoulent en drainant les eaux des versants.

Le substratum gréseux est poreux mais peu perméable. Les assises sont diaclasées, mais ces fractures généralement colmatées ne se poursuivent pas en profondeur. Le réseau est donc superficiel et la limite du bassin aérien est très voisine de celle du bassin souterrain.

Nous ne possédons aucune station sur ces rivières, mais on remarque qu'après de fortes pluies, celles-ci présentent un débit plus important et cela en un temps très court ; il semble donc que le régime de ces petits cours d'eau soit du type torrentiel.

L'infiltration semble être peu importante. L'eau de pluie qui tombe est vite évacuée d'une manière parfois brutale.

+ Facteurs climatiques (1)

Le climat est assez froid avec des précipitations en hiver, tandis que la période de juillet à octobre inclus est assez chaude et sèche.

Les températures moyennes de 10° caractérisent ce secteur comme appartenant à un régime continental marqué. Les minima ne sont pas très bas et les précipitations, sous forme de neige, sont peu fréquentes en hiver et jamais importantes.

La région est bien arrosée, les seules données que nous possédons proviennent de la Station de Bouzey qui se trouve au NE du bassin étudié. Pour une période de 7 ans, de 1955 à 1962, le relevé nous donne une hauteur moyenne annuelle de 764 mm d'eau. Ces précipitations se répartissent assez bien dans l'année avec un maximum en hiver et au printemps alors que l'automne présente le plus souvent des sécheresses marquées.

Pour un calcul plus précis de la lame d'eau tombée sur ce secteur, il faudrait se servir de données plus précises (stations). Dans la partie W du bassin 764 mm nous semble une valeur faible et l'on pourrait compter sans grande erreur sur une valeur de 800 mm.

+ Calcul des débits

En prenant un déficit d'écoulement annuel moyen de l'ordre de 65 % représentant l'évapo-transpiration réelle moyenne et même une partie de l'infiltration, nous obtenons, pour ces bassins, les débits suivants :

(1) Données communiquées par le Service de la Navigation d'Epinal

Bassin rive droite :

Module pluviométrique de 17,50 l/s/Km2 représentant un module minimum de 4,37 l/s/km2 qui correspond en période d'étiage pour une surface de 72,6 km2 à un débit de 317,2 l/s.

Bassin rive gauche :

Avec un module pluviométrique de 25,68 pour un module minimum de 6,42 l/s/km2, nous obtenons pour ce bassin de 108 km2, un débit minimum de 700 l/s.

Le drainage de ces bassins n'est donc pas suffisant, il manque pour assurer une alimentation convenable plus de 1 m3/s.

B - PRISE EN MOSELLE

L'actuel canal de l'Est est alimenté par une prise d'eau en Moselle à l'aval de Remiremont. L'expérience a montré qu'il était possible de dériver à toute époque de l'année 1,2 m3/s au minimum.

Lors de la grande sécheresse de 1959, les dérivations ont été suspendues pendant un mois et demi.

D'après une étude de l'E.D.F., le débit moyen de la Moselle à Remiremont est de 23 m3/s. Les étiages ordinaires de 2,5 à 3 m3/s. Lors de la sécheresse d'octobre 1959, le débit d'étiage est tombé aux environs de 1,2 m3/s.

Il est donc possible de prélever 1,2 m3/s en période d'étiage dans la Moselle et 3 m3/s ou plus en eau normale.

Cette eau prélevée serait stockée au réservoir de Bouzey dont la contenance actuelle est de 7 millions de m3, mais qui, par surélevation du déversoir, serait portée à 8 millions de m3. Cette transformation a été prévue lors de la construction de l'ouvrage.

Cette réserve permettrait d'alimenter le canal durant 46 jours sans prélèvement en Moselle. Le remplissage de la retenue durerait environ trois mois.

Ces conditions paraissent donner une sécurité suffisante. En effet, elle auraient suffit pour alimenter le canal lors de la grande sécheresse de 1959.

Le bief de partage peut donc être alimenté par simple gravité. Ceci suppose une reprise complète de la rigole d'alimentation et la section est insuffisante pour assurer un débit de 3 m3/s. (cf. planche II).

Dans le cadre de cette étude, nous avons recherché sur la Moselle des sites de réservoirs, afin d'établir un bassin d'accumulation qui permettrait d'assurer au réservoir de Bouzey une alimentation continue durant toute l'année.

C - BARRAGE DE NOIRGUEUX

(Planches II et III)

BUT de L'OUVRAGE

Les grandes lignes du projet sont les suivantes : les eaux stockées à Noirgueux constituent un bassin de retenue assez important à partir duquel on pourrait, sans risque, prélever un débit constant. Une rigole d'alimentation amènerait l'eau au réservoir de Bouzey qui la redistribuerait suivant les besoins immédiats du canal. La rigole d'alimentation qui semble longue est réalisée de telle sorte que les eaux s'écouleront par simple gravité.

Le barrage de Noirgueux pourrait jouer un deuxième rôle non moins important, celui de régulateur. En effet, depuis cette retenue le débit pourrait être constant. Les faibles étiages de la Moselle seraient relevés et les industries situées à l'aval d'Epinal n'auraient plus à souffrir du manque d'eau.

CADRE MORPHOLOGIQUE

Depuis Remiremont, la Moselle se développe et s'étale dans une vallée assez large dont les flancs rectilignes et la pente assez importante dénotent un façonnement glaciaire.

Au droit des fermes de Noirgueux, la vallée se rétrécit et la Moselle emprunte un défilé creusé dans le Gneiss. Nous sommes ici en présence d'un verrou, le glacier qui s'écoulait vers Epinal a été barré par cet éperon rocheux et y a déposé une moraine frontale..

Bien qu'aucun dépôt lacustre ne soit actuellement observable, il est possible qu'un lac ait été engendré par ce barrage morainique.

On peut distinguer les éléments morphologiques suivants :

- En aval de l'ancienne moraine frontale :

. une terrasse fluvioglaciaire borde la Moselle de part et d'autre.

- en amont :

. des dépôts d'alluvions récentes occupent la partie centrale de la vallée.

. une terrasse fluviale à plus de 7 mètres, est bien développée sur la rive droite.

. une terrasse fluvio-glaciaire qui se suit jusqu'à Remiremont où existe une autre moraine frontale de retrait.

. des dépôts morainiques affleurent sur des pentes dominant la vallée et constituent très souvent de simples placages sur le gneiss.

Ce glaciaire marque sans doute la présence de langues s'écoulant dans des vallées perpendiculaires et venant grossir le glacier principal.

CADRE GEOLOGIQUE

La série stratigraphique est simple. Sur le socle primaire se sont déposés des terrains quaternaires anciens et récents.

I - Socle primaire (Z)

Il est représenté dans la région par un gneiss se présentant sous forme de deux variétés : l'une grise composée par une alternance de lits blancs (feldspaths et quartz) et

gris (riche en biotite accompagnée souvent de grenats); l'autre brune rougeâtre renfermant de la biotite avec quelques amphiboles.

Ces deux variétés de gneiss se rencontrent parfois dans la même roche.

Une étude en lames minces a été entreprise sur des échantillons situés soit sur le site même, soit dans la retenue projetée, ceci afin de voir l'état de la roche pouvant servir d'ancrage au barrage.

Gneiss des appuis, rive droite

Echantillons 1 - 2 : il se compose de quartz, plagioclases, feldspaths potassiques, légèrement altérés et recouvert de Séricite. La structure est équigranulaire, c'est plutôt un gneiss granulitique.

Dans (2), il semble que les ferro-magnésiens soient déjà orientés mais l'allongement des cristaux n'est pas aligné. La roche semble très cohérente.

Gneiss des appuis, rive gauche

Echantillons 3 - 4 : même composition. La plupart des cristaux paraissent sains. Il faut noter que les feldspaths potassiques sont ici encore très sériciti sés.

L'échantillon (4) a été étudié, car il se trouve dans la zone altérée. Les cristaux sont déjà abîmés et l'on voit se développer des microfissures qui semblent prendre la même orientation que la schistosité.

L'altération des feldspaths n'est pas poussée car on décèle encore leur plan de clivage. Par contre, les grenats sont très petits et très disloqués. Par plages, on note quelques zones désorganisées.

Gneiss de la retenue

Echantillon 5 : il est sensiblement le même que celui des appuis, mais plus altéré. En lame mince on distingue des grenats très craquelés, des plagioclases maclés dans n'importe quel sens. Ces échantillons paraissent plus tectonisés.

Les lames minces ont permis de déceler une zone altérée pas très importante (40 cm) caractérisée par deux systèmes de microfissures qui sont d'ailleurs recristallisées par de la calcite.

L'altération n'est que superficielle, le mica est sain et le feldspath conserve presque toujours son plan de clivage.

Il semble que nous ayons ici une roche saine pouvant très bien satisfaire à l'établissement d'une voûte. Il reste donc à savoir si ce verrou glaciaire est en place.

II - Dépôts quaternaires

Glaciaire (Gl) (Echantillons 6 - 7 - 8)

C'est un complexe gréso-argileux. Le sable est très grossier avec des galets non roulés, formés de granite, quartzite et gneiss. L'argile que l'on trouve interstratifiée est brune à marron clair. Des passées sableuses à stratification horizontale avec des galets disposés suivant des lits, sont très fréquentes dans ces niveaux.

Dans les parties gréseuses la stratification entrecroisée prédomine. Dans tous les niveaux, il est fréquent de trouver de gros galets et blocs erratiques le plus souvent constitués par du granite des ballons, du gneiss et parfois du conglomérat principal du Trias inférieur.

Dépôts fluvio-glaciaires (Agl) (Echantillons 9-10-11)

Une coupe est visible dans la sablière le long de la D. 42 menant à Naxixard (x = 347,6 ; y = 917,6).

Ces dépôts sont formés d'un sable très fin et très bien calibré sans matrice argileuse. On trouve des galets arrondis et même des petits galets roulés indiquant une provenance fluviatile. Ce sont des gneiss et granites, des quartzites roses et gris . Leur taille s'échelonne depuis celle du gravillon jusqu'au petit bloc. A la base de la sablière on observe des passées d'argile rougeâtre renfermant davantage de sable que celles du glaciaire. Mais ceci n'est peut-être que superficiel car plus profondément (50 cm) elles sont pures et alternent avec des lits de galets.

Dépôts récents

Les dépôts d'alluvions anciennes (Fy) sont très peu développés. Nous avons pu mettre en évidence sur la rive droite de la Moselle, et en amont du barrage morainique, un niveau de terrasse à plus de 4 mètres qui ne se retrouve pas en rive gauche. Il passe d'ailleurs insensiblement à la terrasse fluvio-glaciaire. Ce sont des graviers granito-gneissiques associés à des produits provenant du démantèlement du grès vosgien.

Les alluvions récentes (Fz) sont très peu visibles. Ce sont très souvent des éléments du fluvio-glaciaire repris et délavés. Nous trouvons des sables présentant la même composition.

Toutes ces terrasses sont constituées par des éléments granitiques et gneissiques associés à des matériaux du démantèlement du grès vosgien. Il s'y ajoute de très nombreux ématiques, ce qui rend difficile une détermination parfaite entre les matériaux à transport d'origine fluviatile et ceux glaciaires ou fluvio-glaciaires.

CADRE HYDROLOGIQUE

Le barrage de Noirgueux intéresse un bassin versant d'environ 621 km2.

La Moselle a un débit moyen annuel de 19,8 m3/s. On note des fortes eaux de janvier à mai avec des débits moyens allant de 30 à 52 m3/s. Les étiages se produisent en juillet et novembre. En 1962 l'étiage le plus bas fut de 0,950 m3/s, mais on peut dire que très rapidement, il est relevé et on peut compter sur un débit d'étiage descendant rarement au dessous de 3 m3/s. (1)

Les crues sont très fréquentes et rapides. Pour la même année, la plus importante a donné un débit de 358 m3/s. Ce débit correspond à un maximum instantané de 426 m3/s pour une cote de 4,97 à l'échelle de la Station de Noirgueux.

Le barrage projeté aura un bassin de retenue limité du fait de la présence de Remiremont. Nous avons choisi comme maximum la cote 383 N.G.F. Pour une cote supérieure, 385 par exemple, les premières maisons de cette ville seraient noyées ainsi que de nombreuses usines installées dans la plaine alluviale.

Cette cote conduit à une superficie du lac de retenue de 2.840.000 m3, ce qui correspond, pour une hauteur d'ouvrage de 1.270 m, à une réserve de l'ordre de 17.000.000 m3 d'eau.

(1) D'après la 2e Circonscription Electrique de Dijon.

LA RETENUE

Le substratum du lac artificiel sera constitué par du gneiss et des dépôts quaternaires formés par des couches argileuses et perméables.

En amont du barrage, le gneiss imperméable forme une cuvette. La possibilité des pertes par de tels terrains est en général localisée au voisinage de l'ouvrage lui même, ou bien dans les versants sur lesquels il s'appuie.

La retenue n'est affectée d'aucune cassures et nous n'avons pas relevé d'anciennes vallées latérales à la Moselle.

La plaine alluviale de la Moselle sera noyée par surélévation de plan d'eau. Ce qui aura pour conséquences premières d'inonder les cultures et les installations de prise d'eau d'un syndicat important qui se trouve à l'amont de l'ouvrage. Le problème de sa réalimentation sera à considérer.

Les berges des terrasses fluvio-glaciaires seront baignées par le lac. On peut assister à une élévation de la nappe phréatique dans ces zones, ce qui pourra créer des perturbations dans les cultures en donnant des terrains saturés.

EMPLACEMENTS POSSIBLES

Ces cuvettes glaciaires limitées à l'aval par des seuils rocheux plus ou moins élevés sont les types morphologiques les plus favorables à la création de réservoirs artificiels.

A Noirgueux, deux sites paraissent convenir à l'implantation de l'ouvrage :

- le premier à l'aval du barrage morainique dans un défilé où affleure le gneiss
- le deuxième sur l'emplacement de la moraine frontale qui a engendré le lac. C'est le site amont.

En première approximation, le site aval pourrait éventuellement se prêter à un barrage-voûte appuyé sur les gneiss. Alors qu'au site amont, on pourrait réaliser une digue en terre. Mais on peut, dès à présent, remarquer que l'augmentation du cube de la retenue en réalisant le barrage à l'aval ne serait pas considérable, ce qui réduit l'intérêt d'un tel ouvrage que nous étudierons tout de même.

1°) Site aval

Il pourrait être choisi au point le plus étroit de la vallée, là où le défilé gneissique forme une véritable gorge (x = 350,2 ; y = 918,7). Le barrage aurait une hauteur de 13 m pour une longueur au couronnement de 100 m environ. Sa réalisation pourrait être compromise si un ancien lit de la Moselle existait sous les matériaux fluvio-glaciaires qui recouvrent le gneiss sur la rive gauche.

Les appuis du barrage proprement dit :

Pour un tel ouvrage, les pressions sont réparties sur les appuis latéraux, ici formés par un gneiss granulitique.

Les études en lames minces ont permis de constater que cette roche présente tout au moins en surface (> 30 cm) les caractéristiques d'un matériau sain. Les minéraux d'altération comme la chlorite et la séricite sont peu importants, les quartz et feldspaths sont bien engrenés et ne présentent pas de figures de fissurations ou fracturations. La roche est donc très cohérente.

Il faut néanmoins noter qu'à leur surface, elles présentent une zone plus tendre correspondant à un début d'altération. Pour la construction de l'ouvrage, il faudra donc décaper ces gneiss sur une profondeur d'au moins 30 à 40 cm, afin de l'assainir.

Ces roches montrent une fracturation très marquée. On y distingue deux systèmes importants de diaclases dont les directions sensiblement perpendiculaires sont pour le premier, et de loin, le plus important E-NE - S-SW, passant très souvent à une direction E-W.

Le deuxième système est sensiblement N-S.

Le pendage de ces diaclases est de 15 à 17° vers le N - NE. Ces fracturations se retrouvent d'une manière à peu près constante dans la région du site. A Nexirard sur la rive droite, on trouve un pendage plus marqué, mais de direction analogue N-15°-E.

Il est donc très probable que le gneiss du site aval est en place et se raccorde sous les dépôts glaciaires à celui qui couronne les crêtes. Ceci parait évident sur la rive droite, où il se suit sans discontinuité, et qui pourrait de ce fait, se prêter aussi bien à un canal de dérivation et à un évacuateur de crues.

Mais sur la rive gauche, le raccord est plus délicat, car il s'effectue sous des dépôts superficiels dont l'épaisseur n'est pas connue.

Une campagne d'électro-sismique serait nécessaire, de manière à établir si un ancien lit de la Moselle, ou un ancien torrent sous glaciaire, n'existe pas sous ces dépôts de couverture.

Une telle entaille du substratum pourrait rendre très délicate la réalisation de l'ouvrage.

Problèmes d'étanchéité :

Ils seraient facile à résoudre dans la partie où affleure le gneiss. Cependant, les réseaux de fissures devront être étudiés et colmatés de manière à éviter les sous pressions. Sur la rive gauche la perméabilité des terrains fluvio-glaciaires et la possibilité d'un surcreusement rendent les problèmes plus délicats.

2°) Site Amont

L'ouvrage pourrait être une digue en terre de 11 m de haut, implantée au droit des fermes de Noirgueux (x = 349,4; y = 918,2).

Le substratum gneissique n'affleure que dans le fond de la vallée et une partie du barrage devrait s'appuyer sur la moraine frontale au même être encastrée dans celle-ci.

Comme dans le cas du site aval, il sera indispensable de vérifier, dès le début des études, la possibilité d'une entaille du substratum, remblayée par des dépôts quaternaires, provenant soit d'un ancien lit de la Moselle, soit d'un torrent sous glaciaire.

Ici cependant, le développement de la moraine sur les deux rives rend possible l'existence de cette entaille sur l'une ou l'autre ou même sur l'emplacement actuel de la rivière.

Pour éviter de multiplier à l'excès les forages, la reconnaissance pourra commencer par une campagne géophysique.

Dans le cas d'un surcreusement, le noyau étanche du barrage pourrait être prolongé sous forme d'un masque constitué

par les même matériaux et encastré directement dans les moraines puisque celles-ci dépassent nettement la cote supérieure de la retenue.

La reconnaissance proposée sera également importante pour le choix de l'emplacement de la déviation provisoire et de l'évacuateur de crues.

CONCLUSIONS

Deux sites de barrage peuvent être envisagés :

- le site aval dont l'intérêt réside dans la possibilité de construire un barrage-voûte à condition, toutefois, que les alluvions fluvio-glaciaires de rive gauche aient une épaisseur raisonnable et ne cachent pas un ancien lit souterrain.

- le site amont dont le choix diminuerait peu le cube de la retenue, se prêterait, même s'il y a une entaille sous-alluviale, à la réalisation d'un barrage terre prolongé dans les matériaux meubles par un masque étanche.

++++++++++

IV - CONCLUSIONS GENERALES

L'étude hydrologique a permis de s'assurer que les ressources en eau ne sont pas incompatibles avec le projet retenu qui nécessiterait un débit de l'ordre de 2 m3/s.

Le drainage des bassins versants peut apporter au canal environ 1 m3/s. La collecte de ces eaux dépendra des aménagements supplémentaires,à savoir des rigoles parallèles à l'ouvrage; la cote choisie ne nécessitera pas de pompages, les eaux pourront s'écouler par simple gravité. Les difficultés seront rencontrées pour récupérer les eaux de la rive gauche, en raison de la vallée du Coney.

La surélévation de la digue de Bouzey et le barrage de Nmirgueux semblent devoir être entrepris en même temps que le canal. En effet, il serait illogique de réaliser la jonction Saône-Moselle en conservant la crainte de voir un chômage de plus de deux mois, sur un axe à grand trafic.

*

* *

*

DEUXIEME PARTIE

S T R A T I G R A P H I E

et

CARACTERES GEOTECHNIQUES DES TERRAINS RENCONTRES

---------oOo---------

GENERALITES

Stratigraphie

La série stratigraphique de la région étudiée s'étend du Permien au Trias supérieur. Il existe aussi des épendages d'alluvions anciennes, ainsi que des dépôts quaternaires récents. Les formations d'éboulis ont une grande extension.

Ces terrains sédimentaires sont sub-horizontaux ou présentent un léger pendage vers le NW (environ 5°). Ils reposent sur le socle plissé, le plus souvent en l'absence de Permien, sauf en quelques endroits où ces dépôts ont pu être mis en évidence. A cause de la nature des séries donnant naissance à des éboulis de pentes parfois très épais et masquant les affleurements, il a été difficile de trouver des coupes continues.

L'étude stratigraphique sera basée sur des fragments de coupes et parfois même sur des échantillons isolés. Dans la mesure du possible, une coupe a été levée dans chaque étage. Les principaux affleurements sont indiqués en coordonnées Lambert. Les échantillons récoltés sont désignés par un chiffre ; une astérisque indique une étude en lame mince.

Géotechnique

L'étude stratigraphique permet de considérer une série comprenant :

- à la base des assises conglomératiques puis gréseuses
- la partie moyenne est essentiellement marneuse
- le sommet formé par le calcaire coquillier, se présente sous la forme d'alternance de calcaires et de marnes avec parfois des passées marneuses assez importantes.

La lettenkohle qui termine la série est marneuse avec des intercalations calcaréo-dolomitiques.

Il fallait déterminer de grands ensembles dans cette série qui, dans le détail, est très complexe. L'étude géotechnique entreprise a pour but de donner une idée beaucoup plus exacte des terrains que l'on va rencontrer lors de la construction de l'ouvrage.

Pour atteindre ce but, il était bon de savoir, par exemple, si les différents niveaux marneux se comporteraient mécaniquement de la même façon.

Dans le cas de caractéristiques physiques semblables, on pourra grouper les marnes d'âge différent dans un seul et même ensemble.

Pour mener à bien cette étude géotechnique, il convient d'adopter une classification des ensembles qui reste dans l'optique des travaux publics.

Il a été distingué :

- Roches non cohérentes comprenant les sables et alluvions
- Roches cohérentes avec les grès, poudingues, granites et calcaires
- Roches argilo-marneuses
- Ensembles d'alternances avec grès et marnes et calcaires et marnes
- Eboulis.

Pour toutes ces catégories de matériaux, l'étude au laboratoire a été précédée d'une étude sur le terrain qui consistait en une observation des ensembles en place et surtout à

l'échelle des bancs, ce qui est un avantage certain sur les seuls essais au Laboratoire, effectués sur des échantillons prélevés systématiquement et non méthodiquement.

Nous avons également relevé :

Les fractures et diaclases ; les pentes naturelles, pour savoir quelle sera la pente à donner aux futurs talus ; le comportement des éboulis, surtout lorsque ces éboulis sont sur les marnes; le comportement des marnes afin de voir s'il existe des glissements ; les différentes tranchées existant dans les grès ou calcaires ; le glissement des calcaires sur les marnes.

Il a été réalisé, in situ, une campagne d'essai au pénétromètre de poche "Soiltest" dans les niveaux tendres.

Etude au laboratoire :

Pour les sols non cohérents, les essais suivants ont été réalisés.

- Granulométrie :

Nous avons appliqué pour les parties fines (0,1 mm), la méthode sédimentométrique de M. Merriaux et pour les parties plus grossières, le tamisage avec passage aux tamis 40, 60, 18, 22, AFNOR. On obtient des courbes qui donnent en abscisse le diamètre des particules et en ordonnée le pourcentage.

L'allure générale de ces différentes courbes permet de dégager une idée globale de la granulométrie de tous ces sédiments. On détermine le point D 50 qui est une caractéristique du matériau, déterminant le pourcentage des particules correspondant à 50 % de sol. C'est le grain moyen.

- Teneur en eau naturelle :

C'est le rapport du poids d'eau contenu dans un échantillon au poids sec de celui-ci après dissécation à l'étuve à 105 °. Ce rapport est désigné par le symbole We.

- Limites d'Atterberg :

Ce sont les pourcentages en eau correspondant à des états bien déterminés du matériau. On définit :

. la limite de liquidité (LL) comme étant la teneur au dessus de laquelle le matériau se comporte comme un semi-liquide et s'écoule sous son propre poids.

. la limite de plasticité (LP) : la teneur en eau au-dessous de laquelle le matériau ne subit plus de déformation plastique et devient friable.

. L'indice de plasticité (IP), comme étant la différence entre ces deux limites. Il caractérise le domaine du comportement plastique du matériau.

Ces limites ont été déterminées sur la fraction de matériau de dimensions plus grandes ou égales à 0,5 mm et réalisées grâce à l'appareil de Casagrande classique.

- Consistance :

La consistance du matériau désignée par le symbole Ce est définie comme étant le rapport de la différence de la teneur en eau et de la limite de liquidité sur l'indice de plasticité, soit :

$$Ce = \frac{WL - We}{Ip}$$

Roches cohérentes :

L'étude est moins poussée que pour les sols marneux, car cette catégorie de matériau pose moins de problèmes.

- Compression simple :

Ces essais ont été effectués sur des éprouvettes parallélipipèdiques afin de voir quelle était la résistance de ces matériaux à l'écrasement.

Ces essais ont été complètés au laboratoire par une étude en lames minces pour rechercher les micro-diaclases et fissures.

ALternances :

Dans les alternances seules, ont été déterminés au Laboratoire les caractères mécaniques de la roche la plus défavorable dont la proportion par rapport à l'ensemble a été évaluée sur le terrain.

++++++++++

CHAPITRE I - TERRAINS ANTE-TRIASIQUES

Socle Cristallin

Dans la zone cartographiée, il apparait en de très nombreux points. Ce sont des granites et des micro-granites. A Thunimont, des gneiss ont été signalés par sondages. Le socle cristallin affleure dans le Grand Bois et au Nord de la Fresse, de très nombreuses sources prennent naissance à sa partie supérieure, certaines, comme celle de Jean-Riquet, sont captées.

Les principaux affleurements ont été relevés et les résultats de l'analyse pétrographique sont consignés sous forme de tableau :

Localisation et n° des échantillons	Minéraux constitutifs	Texture	Détermination
Route forestière de la Croix de fer(I) x = 339,8 y = 884,7 Ech. 12	Quartz, feldspaths altérés, micas noirs, chlorite, hydroxyde de fer	Pâte très fine formée de micro-grains de quartz et feldspath	Micro-granite
Route forestière de la Croix de fer(II) x = 341,1 y = 884,9 Ech. 13	idem numéro 12, mais plus altéré		Micro-granite
Source du Mourillon Ech. 14	Quartz, plagioclases peu abondants, biotite altérée et chloritisée, quelques micas blancs	Grenue	Granite à deux micas
Source Jean Riquet (I) x = 342,3 y = 887,5 Ech. 15	Quartz corrodé, feldspath potassique, microcline, chlorite abondante	pâte micro-grenue	Micro-granite

Localisation et n° des échantillons	Minéraux constitutifs	Texture	Détermination
Source Jean Riquet x = 342,3 (II) y = 887,5 Ech. 16	Quartz, feldspath, ferro-magnésiens, séricite	Cristaux purs et bien calibrés. Peu ou pas de pâte	Granite à grains fins
Hautmougey x = 343,5 y = 888,5 Ech. 17	idem numéro 16, avec des caractères plus prononcés d'un granite équi-granulaire, à grains fins.		
Thunimont x = 346,2 y = 893 Ech. 18	Peu de quartz, feldspaths alcalins, feldspaths potassiques non maclés, mica noir (biotite)	Structure équi-granulaire bien cristallisée	Granite

Il faut signaler à l'Ouest du secteur cartographié, les affleurements de la Maison forestière de Sennenes, de Droiteval, des verreries de Selles et de Passavant qui firent l'objet d'un Diplôme d'Etudes Supérieures à la Faculté des Sciences de Besançon par Mlle Jacoulet, sous la direction de Messieurs Thiébaut et Thémbald.

Caractères géotechniques :

Malgré les nombreuses diaclases affectant ces terrains, ils constitueront de bons sols de fondation.

Les remblais y seront stables. La zone altérée qui accompagne ces formations devra être enlevée, car elle peut jouer le rôle d'une "couche drain".

Les tranchées seront stables pour des pentes assez raides (5/1).

La limite supérieure de ces assises imperméables, sera une zone de sources qu'il faudra soigneusement drainer.

Permien

Il est très peu visible dans le secteur étudié, sauf en quelques points, sous forme d'affleurements très réduits. Dans le grand Bois sous le conglomérat principal (x = 340,4 ; y = 883,7), il a été trouvé des marnes brunes à rougeâtres qui surmontent des grès lités micacés, à ciment essentiellement pélitique. Ces formations ont une couleur brune dominante.

Près du Pont Mal Tourné, dans le Grand Bois, affleurent sur le Primaire, dans des remblais d'une conduite d'eau, des tufs volcaniques attribués par M. Théobald au Permien.

Il est intéressant de noter que, plus vers Passavant, M.J. Jacoulet, signale les mêmes dépôts dans des séries datées permiennes.

Ces exemples permettent de penser que le Permien est très réduit dans la région. Sur le socle primaire affleurent généralement, les grès vosgiens supérieurs ou le conglomérat principal.

+++++++++

CHAPITRE II - TRIAS INFERIEUR

Dans la région étudiée, la partie supérieure des grès du Trias inférieur est très bien développée, la partie inférieur fait défaut, si bien que ni les séries des grès annweiler, ni le conglomérat de base et le grès vosgien inférieur n'affleurent.

Nous avons distingué les assises suivantes : (1)

- grès vosgien supérieur - t_{1c}
- conglomérat principal - t_{2p}
- zone limite violette - t_{2a}
- couches intermédiaires - t_{2a}
- grès à Voltzia - t_{2b}

Cette division correspond aux limites fixées pour la carte géologique, en ayant groupé toutefois la zone limite Violette et les couches intermédiaires, car la différenciation sur le terrain demeure délicate et parfois difficile à mettre en évidence.

I - GRES VOSGIEN SUPERIEUR

Il n'affleure pas dans la zone cartographiée, mais sur ses abords immédiats.

Ces grès sont exploités à Epinal, le long de la R.N. Epinal-Nancy, cette carrière présente un front de taille de plus de 30 mètres de hauteur.

(1) Les indications sont celles de la carte géologique de France, au 1/50.000e)

La base de la carrière nous montre un grès grossier, feldspathique, de couleur rouge brique, passant au blanc jaunâtre par décoloration. Ce sont des bancs épais de 1 m à 1,50 m d'épaisseur, séparés par de minces lits d'argile de quelques centimètres ou même par des lentilles peu importantes.

Vers le sommet, les bancs sont plus minces et les lits d'argile se font plus fréquents. Les grès, dans cette partie, sont plus grossiers et plus friables, se prêtant même, par endroits, à une exploitation de sable. Dans toute la masse, on trouve des galets, soit alignés suivant des lits, soit disséminés dans la masse. Le ciment rouge très siliceux, confère à l'ensemble une très grande dureté. L'étude microscopique fait apparaître des grains de quartz arrondis et calibrés avec un assez grand nombre de feldspaths. Il y a peu de mica (biotite). Le ciment n'est pas très développé. C'est un grès arkosique.

Variations d'épaisseur

D'après les travaux de J. Ricour, le grès vosgien supérieur aurait à Epinal 80 à 100 m, à Chamois il ne fait plus que 35 m. Il est très réduit et il disparait plus on va vers l'Ouest. Cette diminution d'épaisseur sera aussi marquée dans le conglomérat.

Limite supérieure

Elle est assez délicate à marquer; en effet, on passe parfois insensiblement au conglomérat principal, seule la présence de nombreux galets permet de dire que l'on a affaire à une série de base du Buntsandstein supérieur.

La limite supérieure du grès vosgien sera placée là où les assises conglomératiques deviennent importantes.

*

* *

II - CONGLOMERAT PRINCIPAL

Au-dessus du grès vosgien supérieur, se développe une assise gréso-conglomératique, constituant le conglomérat principal, l'équivalent du Poudingue de Ste Odile des Vosges centrales (N. Théobald, 1953).

Le grès vosgien se terminant en biseau vers l'Ouest, le conglomérat reposera dans la partie occidentale du secteur étudié, directement sur le socle. On remarque aussi dans la partie Ouest une réduction d'épaisseur ainsi qu'une variation de faciès importante de ces niveaux.

Limite inférieure

Deux cas sont à envisager :

- Lorsque le grès vosgien existe, nous avons considéré la limite inférieure au moment où les assises conglomératiques se faisaient importantes

- Quand le grès vosgien est absent, le conglomérat est juste sur le socle. Mais très souvent on note un banc de brèche caractéristique de 50 cm d'épaisseur, qui semble constant dans la partie Ouest du secteur étudié.

La limite inférieure sera marquée par cette brèche, trouvée dans le Grand Bois (x = 340,3 ; y = 884,0) et aux sources Jean Riquet.(Echantillon n° 20).

C'est une brèche de couleur claire avec des filonnets de cornaline englobés dans des éléments très colorés, cimentés par des grains de quartz.

En lame mince, l'ensemble est formé par du quartz et des éléments bréchiques à contours irréguliers, qui s'engrènent les uns dans les autres.

Le ciment peut être soit très fin, soit grossier. Ce dernier cas s'observe dans les zones où le ciment est recristallisé. Le tout est envahi par de la cornaline fibreuse. On note aussi des minéraux d'hydroxyde de fer.

Le remplissage des géodes ou fissures semble orienté.

Coupe le long de la R.N. 44 Thunimont-Harsault, au lieu dit, La Casa.

- Granite altéré, très diaclasé, grande plage de sériciteq,uartz, feldspaths, plagioclases..... 8 m

- Marnes gréseuses bariolées, très fines et très homogènes (sommet du grès vosgien)..... 0,35 m

- Grès grossier très quartzeux, de couleur lie de vin..... 0,50 m

- Marnes lie de vien à violet, gréseuses..... 0,20 m

- Grès à petits galets disposés suivant des lits, (les lits se succèdent tous les 6 cm)..... 0,40 m

- Conglomérat principal S.S. ; formation très hétérogène, sans classement visible. Le ciment est roux à lie de vin, très siliceux, et assez hétérométrique, mais peu poreux. En lame mince, on y distingue des quartz roulés,en forte quantité .

Les galets sont très nombreux, le plus souvent disséminés dans la masse, la taille est variable de 2 cm à 10 cm de diamètre, ce sont, pour la plupart, des quartz, des quartzites rosés ou des lydiennes..... 7 à 8 m

Echantillon 20'.

En général, ce conglomérat présente un faciès assez constant dans la région cartographiée.

Le ciment est toujours un grès arkosique, généralement très silicifié, qui donne à l'ensemble de la formation une très grande dureté, car les galets sont fortement soudés.

En lame mince, il est formé de quartz assez nombreux et fréquemment entourés de sériciteq, de feldspaths altérés, de biotite et de quelques minéraux de muscovite, de minerais.

La nature des galets est simple et peu variée. Ce sont toujours des quartz et quartzites et quelques lydiennes. Il est très rare de trouver des galets de gneiss ou de granite ; ils sont cependant signalés dans la région, La taille des galets est variable, il a été trouvé dans le Grand Bois un galet de plus de 30 cm. de longueur.

La stratification est le plus souvent entrecroisée, ceci se voit très bien dans les passées gréseuses, notamment après Thunimont où le conglomérat, très grossier, repose sur des grès lités. On note même ici un début de ravinement dans les grès. Ceci tend à prouver que le dépôt du conglomérat est loin de s'être effectué calmement. C'est en fait une sédimentation cyclique des détritiques avec alternances de dépôts calmes qui correspondent aux grès à dragées, lités, avec des périodes de dépôts plus torrentiels et plus grossiers, correspondant aux assises conglomératiques elles-mêmes.

L'épaisseur est très variable, et l'on assiste, tout comme pour le grès vosgien à des variations très nettes.

A l'extrémité du secteur (Claudon, Fontenoy-le-Château) ces séries sont peu épaisses et ne dépassent pas 1 m.

A Epinal, les auteurs (J. Ricour, G. Jurain, J. Perriaux) leur attribuent plus de 40 mètres.

Dans la partie centrale de la région (Roches Jean Tetard), elles représentent plus de 15 m de puissance.

Ceci se complique par des variations de faciès, bien marquées dans la région de Passavant et Claudon, où le conglomérat passe très fréquemment à un grès à dragées de quartz. Là où il est absent ou peu épais, les grès à dragées sont très bien développés. Il est alors difficile de lui attribuer une limite supérieure.

Pour faciliter la cartographie, nous avons admis, le principe suivant de classer dans :

- "le conglomérat principal" les assises conglomératiques et gréseuses

- "les grès à dragées" qui représentent la base des couches intermédiaires, les grès grossiers avec des galets de quartz ne dépassant pas 5 à 6 cm de diamètre.

Il existe en quelques points un horizon repère que J. Perriaux appelle la zone limite violette. Cet horizon caractéristique se situe entre le conglomérat et les couches intermédiaires. Chaque fois que nous l'avons rencontré, nous avons pu avec précision marquer le sommet du conglomérat principal, mais cet horizon repère très utile, n'est malheureusement pas visible sur tout le terrain étudié. Il est absent, ou recouvert d'éboulis des couches intermédiaires, si bien que la limite supérieure de ce conglomérat principal demeurera très souvent imprécise.

Caractères géotechniques

Il se marque bien dans la topographie, en formant une petite falaise. Il est constitué par de gros bancs, sans stratification visible. Les assises dures font saillie, alors que les plus tendres donnent naissance à des pentes douces, recouvertes d'éboulis.

Ces assises sont affectées de diaclases presque toujours colmatées par des apports siliceux. On note de grandes fissures de plusieurs centimètres qui délimitent de gros blocs.

Au point de vue géotechnique, on peut distinguer deux ensembles :

Des assises dures, très siliceuses formant un matériau solide et très cohérent et des assises tendres formant un ensemble plus friable, avec des passées gréso-marneuses.

Ces deux faciès se succèdent dans la masse conglomératique, sans ordre établi, mais les terrains durs semblent l'emporter.

Dans les sondages, le sommet de ces formations présente très souvent une zone altérée constituée par des éboulis formés sur place auxquels viennent se mêler des blocs de grès des séries susjacentes. Cette zone,pouvant atteindre plusieurs mètres, est instable, donc très dangereuse au point de vue de la construction.

En lames minces, ces bancs paraissent très sains. Les galets sont fortement soudés entre eux par un ciment siliceux, il y a peu ou pas de micro-fissuration et les produits d'altération sont rares. Les échantillons sont peu poreux.

Les essais de résistance à l'écrasement sur une éprouvette ont donné des résultats satisfaisants. En effet, à plus de 850 kg/cm2, la roche tenait encore. Ce chiffre,très élevé a été obtenu dans les ensembles très durs sans tenir compte des passages moins cohérents et friables. Il n'en demeure pas moins que le conglomérat principal dans son ensemble représente une série de roches très résistantes.

Conclusion :

Sur une surface topographique horizontale et en ayant soin de décaper la zone altérée, ces terrains constitueront un bon substratum de remblais.

A flanc de coteau et pour des pentes assez raides, la zone ébouleuse sera plus importante, il faudra craindre des tassements et glissements.

Les terrassements seront difficiles en raison de la nature siliceuse du ciment qui rend la roche très abrasive et la cimentation des galets qui la rend très cohérente. De plus, ces terrains étant imperméables, leur limite supérieure sera une ligne de sources qu'il faudra capter ou drainer.

Les venues d'eau pourront être importantes au contact des grès imperméables qui les surmontent. Le drainage sera délicat à réaliser car le plus souvent, il devra se faire à flanc de coteau.

*

* *

III - ZONE LIMITE VIOLETTE

Zone violette dans la région de Darney

(J. Perriaux)

Ancienne carrière de granite de la Maison forestière de Sennenas (Monthureux-sur-Saône x = 877,3 ; y = 345,0).

La base de la coupe débute dans du granite très tectonisé et présentant une zone altérée assez épaisse de l'ordre de 45 cm. Au dessus on note :

- Conglomérat très hétérogène. N. Théobald a trouvé des ossements de reptiles..... 1,00 m

- Grès gris rougeâtre, très friable renfermant des taches et trainées lie de vin..... 0,60 m
  Echantillon 21.

- Grès violet friable avec quelques passées plus dures.0,25 m

- Argile gris vert..... 0,05 m

- Grès gris violacé dur et formant saillie, il contient de la cornaline rosée..... 0,80 à 1m
Echantillon 22

- Argile gréseuse violet poussé..... 0,60 m
Echantillon 23

- Grès durs à cornaline..... 0,30 m
Echantillon 24

- Argile sableuse lie de vin..... 0,40 m
Echantillon 25

- Grès quartzeux très fin, violet au sommet, gris vert à la base, la cornaline est très apparente..... 0,60 m
Echantillon 26*

- Sable versicolore, violet à vert, le passage d'une couleur à l'autre est très diffus, très désordonné ; ce sable est bien calibré et le diamètre des grains est de l'ordre de 0,10 mm.

- bancs sableux, brun rouge avec des trainées noires d'oxyde de manganèse..... 0,60 m

- Grès grossier prenant, par endroits, l'aspect d'une micro-brèche avec des galets roulés. La cornaline semble ici constituer le ciment de cette roche. Ses éléments bréchiques sont des quartz..... 0,40 m
Echantillon 27

- Brèche véritable avec des grains anguleux. Ce sont des éléments remaniés. de la dolomie très fine.et..... quelques grès. C'est un sédiment très grossier, blanchâtre, très dur, faisant saillie. La cornaline est très abondante, sous forme d'amas, elle contient à peu près 70 à 80 % de la roche..... 1,60 m
Echantillon 28*

- Grès non consolidé violet à jaune..... 0,30 m

La coupe se poursuit par des assises de grès avec des galets appartenant déjà aux couches intermédiaires.

De l'ensemble de la série, il ressort une couleur vert foncé à violacé avec une teinte lie de vin dominante. Ces grès sont grossiers et présentent la composition d'une véritable arkose.

L'examen microscopique montre une granulométrie très hétérogène, avec une majorité d'éléments peu ou pas roulés. On note dans tous les échantillons la présence de calcédoine et de cornaline en assez grande proportion. Cet apport siliceux confère au sédiment une grande cohésion qui se manifeste par une dureté importante. Le ciment est presque toujours voisin de celui du conglomérat principal.

La stratification semble être horizontale, bien qu'il soit très difficile, dans la série à cornaline, d'y distinguer des strates tant le sédiment est grossier et hétérogène.

L'épaisseur est très variable, il semble que le maximum de puissance soit atteint dans la région de Claudon où l'on trouve plus de 7 m.

Très souvent, cette zone limite est absente ou très réduite, elle se présente alors sous la forme de grès violacés très hétérogènes, comme à Haut Mougey, ou bien ce sont de véritables brèches à cornaline comme nous en trouvons dans la forêt de Passavant (échantillons n° 29*). La brèche n'est pas très épaisse (80 cm).

C'est une roche dure, compacte, très lourde. La cornaline en amas important, semble cimenter les grains de quartz et quartzites. Le ciment est peu important.

Les matériaux qui constituent la "Z.L.V." appartiennent au conglomérat principal qui subit peu de temps après son dépôt des transformations secondaires. Les quartz furent corrodés et épigénisés par des carbonates eux-mêmes épigénisés par de la cornaline (J. Perriaux).

Ce dépôt constitue donc un faciès terminal du conglomérat principal.

Du point de vue pratique, elle présente une grande utilité, non seulement sur le terrain, mais plus encore en forages, où elle permet de séparer, avec une grande précision, les parties moyennes du Bundsandstein. Par son faciès, elle constitue un horizon repère, facile à distinguer des couches environnantes. C'est l'horizon limite entre le conglomérat principal, qu'elle couronne, et les couches intermédiaires, sus-jacentes et transgressives.

Caractères géotechniques

Ces séries, très peu développées sur le tracé du canal et représentées sous forme d'une brèche à cornaline très dure, leurs caractéristiques physiques et mécaniques seront identiques à celles du sommet du conglomérat principal.

*

* *

IV - COUCHES INTERMEDIAIRES

Les couches intermédiaires forment un ensemble compréhensif assez épais, qui, par sa richesse en éléments conglomératiques, fait la transition entre le conglomérat principal et les grès sus-jacents.

Nous avons été obligés de considérer dans la partie inférieure, une zone très chargée en quartz, que nous qualifions de "grès à dragées de quartz" (M.J. Jacoulet).

Cette zone de 5 à 7 mètres d'épaisseur présente encore des aspects très conglomératiques, nous la trouvons bien développée dans la partie occidentale du secteur. Elle marque la base des couches intermédiaires.

Elles ne peuvent, en aucun cas, être considérées comme faisant partie du conglomérat, car à Claudon, le conglomérat principal existe, il est très réduit et surmonté par ces couches à dragées de quartz.

Limite inférieure

Du fait de la nature lenticulaire des dépôts de la zone limite violette, nous sommes amenés à considérer deux cas :

- quand la "Z.L.V." existe , la limite inférieure des couches intermédiaires se marquera après la brèche à cornaline du sommet.

- quand la "Z.L.V." est absente, les couches intermédiaires reposent sur le conglomérat. La limite inférieure se marquera dès l'apparition des grès à dragées de quartz, ou bien encore dès que les couches conglomératiques deviennent peu importantes par rapport aux couches grèseuses chargées en galets.

Coupe du ruisseau de Notre-Dame-de-la-Source, en bordure de la D. 54, de Droiteval à la Maison Forestière de Sennenes

- grès à dragées de quartz, en bancs épais de 60 cm à 2 m d'épaisseur. C'est un grès grossier, mal ou pas cimenté. Les galets, de taille variable, sont des quartz roulés, se disposant souvent en lits, ou à la surface des bancs, mais très souvent ils sont disséminés dans la masse. La stratification,interne et externe, est entrecroisée (30°).

En lame mince, on distingue des quartz, feldspaths, du mica blanc, le tout étant très mal roulé. On observe des liserés ferrugineux, autour des pores et des grains. Pas de ciment, la chhésion se fait par contact avec une légère silicification. Nous avons affaire ici, à un grès arkosique, très prononcé et passablement altéré.....7à8m
Echantillon 30*.

La limite supérieure de cette formation est difficile à voir, en effet, on passe sans transition aux couches intermédiaires.

- Grès tendre, rouge à jaune, avec peu de galets. Il est grossier, plus ou moins argileux, sans ciment.....4,50 à 5 m

- Grès grossier, plus clair, finement lité, plus dur. Il est fissuré et contient environ 90 % de quartz, quelques micas blancs et des galets de marnes vertes.

On remarque de nombreuses géodes, ou cavités à la surface des bancs.

On trouve quelques galets et quelques restes de plantes indéterminables..... 5,60 m

- Grès plus dur, plus siliceux, avec de nombreux points noirs. L'aspect externe est caverneux, il se présente sous la forme de deux bancs de 60 cm d'épaisseur. 1,25 m

- Grès caverneux, avec des traînées noires d'oxyde de manganèse. La stratification est entrecroisée..... 1,80 m

- Passées d'argile gréseuses, micacées..... 25 à 30 cm

- Grès grossier, rouge à jaune, sans ciment. Essentiellement quartzeux, avec quelques galets de marnes.... 4,60 m

- Grès grossier, sous forme d'un gros banc. Il est très altéré et prend une teinte rousse dominante..... 1,60 m

- Grès violacé, à lie de vin, plus fin, essentiellement quartzeux, le ciment est peu visible. Il est grossier, avec une stratification interne entrecroisée..... 0,60 m

- Zone aveugle, couverte d'éboulis. On peut trouver dans ces éboulis, formés sur place, la présence d'un grès analogue au précédent..... 1,70 m

- Grès à plantes, plus fin, avec de nombreux micas. Il est grossier et très altéré, se présentant sous forme d'alternance de gros bancs (0,60 m) très durs, avec des bancs plus minces et très friables..... 3,50 m

- Grès dur, de couleur jaune, sans ciment..... 2,50

Echantillon 32.

Les interbancs sont marneux. Vers le sommet, le grès tend à être moins grossier.

- sommet du grès intermédiaire. Il est grossier à la base, passant, au milieu, à un grès plus fin, de couleur lie de vin, se délitant en dalle de 30 cm. Il se termine par de gros bancs de 0,80 à 1 m, formés d'un grès roux, moyennement grossier, dur et très quartzeux..6 à 7 m

Echantillon 33.

La coupe se continue dans le grès à Voltzia. Nous pouvons donner ici une idée de la puissance de ces couches intermédiaires. A Droiteval, elles font près de 35 mètres.

Ces séries sont assez constantes et cette épaisseur se retrouve sur toute la zone étudiée.

Epaisseur et faciès

Ils demeurent dans la région assez constants. On peut compter pour ces séries un maximum de puissance de l'ordre de 35 mètres.

Ces assises gréseuses, très grossières à la base, montrent une granulométrie plus fine et mieux classée au sommet annonçant le dépôt du grès à Voltzia fin et bien classé.

C'est un terme de passage dans la séquence des détritiques.

Caractères géotechniques

Ces assises sont découpées par deux systèmes de diaclases, bien marqués. L'un parallèle au joints de stratification, l'autre perpendiculaire. Ce dernier est, de loin, le plus important, car il délimite de gros blocs, facilitant ainsi les agents d'érosion.

Ces grès, moins durs que les conglomérats, donneront des pentes plus douces.

Ils s'altèrent en surface, donnant naissance à un grès plus friable et assez poreux. Mais cette zone n'est jamais importante. En profondeur, dans les sondages, ces assises sont très dures et cohérentes.

L'étude en lame mince permet de dire que ces grès grossiers, sont peu cimentés.

Vers le sommet, ils manifestent une plus forte cohérence, et sont très durs. Ceci vient du fait que la silicification est plus importante, le ciment plus abondant, les grains montrent un nourrissage orienté. On peut passer à un grès quartzite qui sera peu poreux.

En conclusion à cette étude, on peut dire que cet ensemble est cohérent, sa tenue sera satisfaisante, mais il demeure dans toute la masse assez poreux.

Il constituera un excellent radier de fondation, en effet, les assises marneuses qui s'y intercalent sont trop peu importantes pour que l'on craigne des tassements éventuels.

En terrain plat, il sera aussi un bon substratum de remblai en ayant soin de décaper la zone altérée qui peut jouer le rôle de "couche-drain".

A flanc de coteau, ces assises étant subhorizontales, les problèmes ne seront pas importants. Le remblai posé sur la roche saine pourra être établi sur un radier taillé en escalier. Ce procédé évitera à coup sûr les glissements.

Pour des pentes très fortes, on pourra craindre des glissements par gravité occasionnés par la masse des matériaux constituants la digue, mais si ces derniers sont du même type que le substratum, à savoir ici, grès sur grès, les glissements seront atténués par des forces de frottement importantes.

Dans les zones très pentues , il serait préférable de constituer des digues en enrochement en se servant des blocs d'éboulis que l'on pourrait ensuite étancher par des procédés classiques.

Bien que cet ensemble constitue une roche cohérente, le fruit que l'on devra donner aux parois des tranchées ne devra pas être trop important (3/1 et 4/1). En effet, les diaclases et les joints marneux accentuent les phènomènes d'érosion.

Les terrassements seront difficiles à réaliser dans ces niveaux abrasifs. L'emploi d'explosifs sera nécessaire.

*
* *

V - GRES A VOLTZIA Epaisseur 18 mètres

Faisant suite normalement aux couches intermédiaires, le grès à Voltzia constitue dans la région un bon niveau repère. Ceci grâce à la constance de son épaisseur et de ses faciès.

Le plus souvent, il admet la division suivante :

+ A la base :

Une série gréseuse de 7 à 8 m d'épaisseur se présentant en bancs massifs, réguliers, séparés par de très minces lits argilo-micacés. Elle s'élève d'un jet et constitue l'essentiel du front de taille des carrières. C'est la Haute Masse dans laquelle se trouve le plus souvent les restes de plantes.

Cet ensemble gréseux est entrecoupé de bancs argileux de quelques décimètres ou bien de lentilles marneuses assez importantes.

+ La partie moyenne :

Elle est formée d'une alternance de bancs de grès et de lits d'argile constituant un ensemble donnant des pentes douces. Les grès et argiles sont très finement lités et riches en micas blancs disposés à plat. La base de cette alternance est très marneuse, ce qui permet en général de tracer avec précision sa limite entre les séries inférieure, uniquement gréseuses.

+ Le sommet :

Il est essentiellement marneux et parfois très argileux. C'est l'argile limite constituant l'extrême sommet du Buntsandstein. Au dessus, en effet, débute le faciès très caractéristique du grès coquillier.

Limite inférieure

Le passage du grès intermédiaire au grès à Voltzia se fait dans la région sans nette transition. Il semble, au contraire, être très progressif. Seule la différence d'aspect des bancs permet, en première approximation, de noter le changement de faciès.

Coupes et description

Le long de la départementale D.7 de Corre à Passavant, au croisement de la route menant à la Basse Vaivre, une ancienne carrière nous montre la coupe suivante :

- Grès très diaclasés en gros bancs de 0,60 à 0,80 m. Les interbancs sont marneux et peuvent être assez importants jusqu'à former de véritables lits de marnes argileuses vertes..... 3 m

Echantillon 34*

En lame mince : c'est un grès très fin, mal roulé et poreux. Les quartz sont en abondance, on note beaucoup de feldspaths potassiques, quelques plagioclases, des micas blancs. Les grains ne sont pas mal "engrenés". Le ciment, peut important, est pellitique, avec des zones assez riches en chlorite.

C'est un grès feldspathique à ciment pellitique très chloritisé.

- Marnes gréseuses vertes, indurées, se délitant en petits bancs..... 0,50 m

Echantillon 35

- Grès finement lités, riches en micas, en gros bancs de 80 cm, avec de nombreux galets de marnes vertes. La stratification interne est peu ou pas visible. La couleur violacée à lie de vin, passe au rouge clair. Ces colorations se présentent dans le sédiment en bandes continues. Elles accentuent très souvent la stratification entrecroisée de ces dépôts.

Les caractères en lames minces, sont presque identiques à ceux de l'échantillon 34, mais ici les grès semblent relativement moins poreux. Les micas sont plus abondants (muscovite). Il y a beaucoup de chlorite. Le ciment est légèrement plus abondant..... 2 m

Echantillon 36*

- Passées d'argiles vertes..... 0,20 m

- Grès jaunes avec des trainées rouges, il est quartzeux, micacé et très bien classé. La stratification externe est entrecroisée et bien marquée (plus de 30°). On trouve aussi une stratification interne entrecroisée, très visible suivant les lits les plus colorés.

Ce grès est dur et bien cimenté. On trouve des restes de plantes sur le sommet des bancs..... 2 m

Echantillon 37.

- Grès plus clairs, très fins et bien classés, renfermant quelques restes de plantes..... 1,60 m

Echantillon 38*

En lame mince, on observe des grains très fins, bien engrenés. Ce sont des quartz et des feldspaths Le grès, en général, est moins poreux et plus riche en ciment, formé de quartz et feldspaths à allure pellitique.

- Marnes gréseuses lie de vin..... 0,50 m

Echantillon 39

- Grès plus grossiers, sans stratification interne. Ils sont gris à l'affleurement, avec de nombreuses cavités et présentent parfois le même aspect que les couches intermédiaires. Ils sont quartzeux, pas très bien classés, de couleur foncée (rouge à brun) avec une stratification très irrégulière. Ce sont de gros bancs très peu consolidés..... 2,50 m

- Grès friables, assez fins, bien classés, très quartzeux, de couleur jaune à brun rouge, sous la forme de 3 à 4 bancs massifs, de 70 cm, séparés par des marnes brunes..... 2,60 m

En lame mince, on observe beaucoup de quartz et des lames de muscovites. Les grains sont peu roulés et bien engrenés. Les cristaux sont fréquemment entourés de matière ferrugineuse. Il y a très peu de ciment.

- Complexe marno-gréseux. Les marnes prédominent, elles sont de couleur lie de vin, comparables aux grès... 2 m

Dans cette coupe l'argile limite ne se différencie pas très bien. Mais à Montmotier, plus à l'Ouest, le long de la R.N. 434, de Vauvillers à Bains-les-Bains, à la sortie du village, le talus de la route montre ces assises.

Ce sont des "marnes bariolées" présentant certains bancs indurés se délitant en petits cubes et des bancs plus plastiques. Les couleurs sont disposées suivant des zones bien tranchées. On y remarque de nombreux fragments de grès (Echantillon 40).

Epaisseur et variation

Ce dépôt de grès à Voltzia représente dans la région un bon repère. En effet, son épaisseur est constante de l'Est à l'Ouest et l'on peut compter sur 18 m de puissance.

Le faciès est sensiblement le même. La Haute Masse se retrouve partout. L'alternance grès et marnes qui la surmonte peut varier en épaisseur au profit de l'argile limite, mais la puissance de ces deux ensembles est presque toujours constante.

Caractères géotechniques

Les gros bancs de la base, très nets dans les carrières en exploitation, marquent peu dans la topographie, car, formés d'un grès très fin, ils se désagègent d'une manière relativement facile. Au sommet, des bancs argileux s'intercalent et la pente diminue. On reconnait parfois quelques ressauts dus à des bancs gréseux plus résistants. A l'extrême sommet, "l'argile limite" forme un horizon marneux ne donnant aucun relief. On passe aux assises gréseuses supérieures après une longue pente à faible inclinaison.

De l'examen topographique, il ressort que ces grès à Voltzia peuvent se subdiviser en trois ensembles géotechniques :

1 - à la base : des roches compactes et relativement cohérentes.

2 - la partie moyenne : alternance de grès et marnes

3 - au sommet : ensemble marneux.

1°) Grès cohérents de base

Ils sont en tous points comparables aux grès intermédiaires déjà étudiés. Si bien que physiquement et mécaniquement, ils forment un seul et même ensemble.

En tranchée les parois pourront avoir des fruits assez élevés, mais jamais supérieur à 5/1 car ces grès sont macro-gélifs et diaclasés.

2°) Les alternances

Elles sont à dominance gréseuse. On peut compter sur 60 à 65 % de grès pour 35 % de marnes. On peut donc penser que ces alternances auront des propriétés mécaniques intermédiaires entre celles des grès et des marnes, mais avec une tendance plus marquée vers celles des roches cohérentes.

Les grès sont compacts et se présentent en bancs généralement bien stratifiés. Les seules diaclases qui semblent agir sont celles issues d'un système perpendiculaire à la stratification. Il ne demeure plus de trace des autres systèmes.

Les joints de stratification sont soulignés par des argiles gréseuses.

En lame mince, c'est un grès plus ou moins altéré. Il est fin et bien engrené. La cohésion semble être de contact, il n'y a pas de trace de nourrissage ni d'apport siliceux important. La stratification est marquée par des lits de micas et feldspaths, ces zones litées soulignées par des dépôts ferrugineux peuvent être des zones de moindre résistance. Quelques plages sont désorganisées indiquant la présence de micro-fissures. L'ensemble est moyennement poreux.

Les marnes sont plastiques sans stratification apparente. On y rencontre très souvent des éléments remaniés de grès. C'est donc un matériel peu homogène. Elles sont très humides du fait des circulations d'eau pouvant s'effectuer à la limite grès - marnes.

L'analyse granulométrique nous donne une courbe moyenne cantonnée dans la fraction limon et présentant un grain moyen de 14 µ, donc une tendance marquée vers la fraction sableuse. La fraction grosse semble être comprise dans la partie terminale des sables fins , quant à la phase argileuse, elle est réduite, avec des éléments ne semblant pas dépasser 0,5 µ .

La teneur en eau est de 16,70 %. Ces mesures effectuées dans la partie sèche du sédiment doivent être interprétées, comme un chiffre minimum ; en effet, les circulations d'eau fréquentes doivent, très souvent, augmenter cette valeur.

Limites : Avec pour Wl = 42,2 % pour Wp = 26,6 %, l'indice de plasticité, de valeur de 17,6, permet de classer ces matériaux dans la catégorie argile sableuse

Les essais in situ à l'aide du pénétromètre, effectués à une profondeur supérieure à 30 cm, indiquent que l'on a affaire à une argile très consistante, d'après la classification de K. Tergagki et R. Peck, avec une résistance limite à la compression simple de 3,5 kg/cm2.

Là aussi, ce chiffre ne tient pas compte de la zone très humide (30 cm) où les valeurs à la compression sont comprises entre 0,5 et 1,0 kg/cm2.

Les marnes de l'alternance dans le grès à Voltzia sont caractérisées par une zone que l'on peut qualifier d'altérée présentant les caractéristiques d'une argile molle, très dangereuse, qu'il faudra décaper pour ne pas avoir de glissements de talus ou de tassements différentiels. L'ensemble du sol est une argile sableuse très consistante donnant une valeur moyenne de 1,66, caractérisant un "terrain dur" avec une grande

cohésion (We < Ip). L'angle de frottement φ sera moyen, car la teneur en eau n'est pas très élevée. Toutefois, cet ensemble lithologique sera sensible à l'action de l'eau.

Conclusion

Du fait de son hétérogénéité, cet ensemble ne se prêtera pas à de très grosses fondations. Il faudra craindre des tassements au niveau des marnes. Pour de très gros ouvrages, il sera bon de fonder à 6 à 7 mètres, selon le cas, pour atteindre le grès compact de base.

Remblais :

En terrain plat et lorsque le remblai n'exerce pas de pression excessive, ces terrains constitueront un radier valable, mais en ayant soin de bien drainer la zone afin que les eaux d'infiltration ne viennent pas mouiller les marnes et accentuer ainsi les tassements.

A flanc de côteau, la digue remblayée reposera sur des séries différentes de l'alternance, ici les tassements différentiels seront certains.

Tranchées :

Les terrassements seront facilités par l'alternance. Les grès sont friables par endroits, on pourra, à la rigueur, creuser à l'aide de pelle mécaniques, mais la stabilité des talus sera à considérer avec soin.

Les venues d'eau devront être repérées et drainées soigneusement.
Les parois des tranchées devront être comprises entre 0,5/1 et 1/1. Des talus plus raides conduiraient forcement après érosion à des glissements des bancs gréseux sur les marnes plus facilement érodées

Pendant l'exécution des travaux, des soutènements seront à préconiser dans ces niveaux instables.

Toutes ces considérations faites dans le cas où les couches sont horizontales changent lorsque l'alternance est affectée d'un pendage.

Les tranchées dans ces couches seront très délicates à réaliser car les talus seront instables et glisseront. Pour les remblais, le même problème se posera ; le phénomène sera rapide pour des couches présentant un fort aval-pendage.

3°) Ensemble marneux supérieur

(L'argile limite)

L'argile limite forme un ensemble peu constant de 4 à 6 m, donnant des pentes douces. Des bancs de grès très minces et très disloqués s'y intercalent dans les marnes. Cette série sans stratification visible présente un caractère sablo-gréseux.

L'analyse granulométrique (courbe 2) montre un histogramme toujours inclus dans la fraction limoneuse, mais présentant un grain moyen D 50 = 4,3 . La fraction fine est importante. La partie "sables fins" est plus développée que dans la courbe 1. Ceci peut s'expliquer par la présence de bancs de grès apportant au sol des éléments plus grossiers. La phase argileuse est toujours très réduite, mais le pourcentage des grains, compris entre 2 et 5 μ est plus élevé.

De par ces caractères granulométriques, ces sols peuvent être classés dans la catégorie "argile-limoneuse".

La teneur en eau (We) est de l'ordre de 16,54 %. Ce chiffre doit constituer une bonne valeur moyenne et le sol en profondeur (2 à 3 m) doit demeurer sec.

Avec une limite de liquidité moyenne de 43 % et une limite de plasticité de 24 %, cet ensemble donne un indice de plasticité voisin de 19 %. Cette valeur caractérise un sol susceptible de s'altérer très peu sous un apport d'eau. Ceci est intéressant à noter, car le canal rencontre ces séries à plusieurs reprises.

Essais au pénétromètre. Les essais effectués sur une trentaine de stations font apparaitre une résistance à la compression simple, supérieure à 5 kg/cm2 (argile extrêmement consistante). Il est intéressant de noter que sur une profondeur d'au moins 40 cm, les valeurs obtenues, sur des échantillons, donnent des résistances très inférieures, comprises entre 3 et 3,5 kg/cm2.

Cette zone altérée est équivalente à celle affectant les marnes de l'alternance ; mais ici, les modifications dues aux circulations d'eau, semblent être moins prononcées.

Conclusion :

Ces sols, dont la consistance moyenne (Ce) est de 1,4 sont caractéristiques de "terrains durs". Ils sont dotés d'une grande cohésion. Du fait de leur faibles teneurs en eau, ils seront peu compressibles et les tassements n'y seront jamais importants. Ils se comporteront comme de bons terrains de fondation.

Nous ne pouvons donner aucune précision quant à la valeur de l'angle de frottement interne . On peut dire que celui-ci ne sera pas très élevé, du fait de la valeur moyenne de We et de Ip.

Il faudra prévoir dans ces sols des tranchées dont le fruit ne sera jamais élevé. 2/1 nous semble un maximum. Ils se prêteront très bien comme substratum de remblais avec des tassements réduits.

++++++++++++

CHAPITRE III - TRIAS MOYEN

Dans la région, le Muschelkalk présente les faciès du Trias lorrain, avec quelques variations d'épaisseur caractéristiques des Vosges Méridionales. Pour faciliter cette étude, on a distingué :

- Muschelkalk inférieur : Grès coquilliers (t_{3a})
- Muschelkalk moyen : marnes bariolées et calcaires blancs (t_4)
- Muschelkalk supérieur : calcaires coquilliers (t_5)

Cette division correspond aux limites que nous avons adrises pour la carte géologique.

*
* *

I - GRES COQUILLIERS

Les assises du Muschelkalk inférieur qui reposent sans discordance sur le grès à Voltzia, sont formées par des grès micacés et friables d'une vingtaine de mètres d'épaisseur, s'érodant facilement et marquées dans la topographie par des pentes assez douces. Les affleurements sont rares et les coupes sont difficiles à établir dans ces niveaux qui affleurent ici abondamment. Au-dessus, se développent des marnes bariolées, dont nous avons fait l'équivalent des marnes ondulées de Lorraine.

La série semble se terminer dans la région, par une séquence dolomitique très peu épaisse. Elle a été mise en évidence en un seul point de notre secteur sur le plateau de Passavant (échantillon 47*; grès dolomitiques peu marqués, x = 335,8 ; y = 877,1).

Le Muschelkalk inférieur est donc ici très réduit. Bien développé en Lorraine, où il peut atteindre jusqu'à 70 mètres d'épaisseur, il n'est marqué ici que par une trentaine de mètres.

Limite inférieure

Elle est assez délicate à saisir sur le terrain. Les assises supérieures du grès à Voltzia et le grès coquillier, présentant des faciès analogues, contribuent à créer de nombreuses confusions.

Mais très souvent le buntsandstein supérieur se terminant par une séquence argilo-marneuse, nous placerons la limite inférieure du grès coquillier au sommet de cette "argile limite" dès l'apparition de niveaux gréseux jaunes dolomitiques.

Coupe au Nord de la forêt de la Fresse, le long d'un chemin forestier conduisant au Pont mal tourné (x = 341,2 ; y = 885,4).

A la base de la coupe affleurent des grès blanchâtres très siliceux, durs, alternant avec des grès jaunâtres, en dalles, emballés dans une argile gréseuse jaune. Les grès sont très tendres, et donnent par altération naissance à un sable jaune, très fin, contenant de nombreux galets de marne et quelques galets de quartz.

- Grès fins en gros bancs de 0,70 m, de couleur jaune orange, formés de quartz et de micas.
En lame mince, les quartz ne sont pas très roulés et corrodés, on trouve quelques plagioclases, mica (muscovite). Le ciment, peu important, est formé des micro-grains de quartz et feldspaths..... 4,60 à 5 m
Echantillon 41*

- Marnes gréseuses très plastiques de couleur jaune à rouge..... 0,50 m
Echantillon 42

- Grès grossier en dalles,très diaclasés, argileux et peu compacts. Les interbancs sont marneux..... 2,50 m

- Passées sableuses lie de vin..... 1,75 m
Echantillon 43

- Alternance de bancs de grès et d'argiles de couleur jaune orangé, assez plastiques. Les grès se présentent en petits bancs, ils sont clairs et très argileux, très souvent tachetés par des points noirs d'oxyde de manganèse. En lame minces, ils sont assez poreux et riches en minéraux d'altération..... 1,60 m

Echantillon 44*

- Grès jaunes, micacés, assez tendres, plus ou moins argileux, en bancs de 30 à 35 cm, avec une stratification horizontale.....1,50 m

En lame mince, il est formé par des grains peu roulés de quartz, feldspaths, des paillettes de muscovite. Certaines plages présentent une altération assez poussée. Le nourrissage de ces grains de quartz est très peu évident. Des dépôts d'éléments opaques (argileux ?) marquent fréquemment la limite des cristaux.

Echantillon 45*.

- Marnes gréseuses jaune orangé, renfermant des blocs de grès jaune, très argileux..... 3 m

Echantillon 46.

Epaisseur et variation de faciès

Elle varie de 25 à 35 mètres, mais sa valeur est souvent faussée du fait de la présence, au sommet, de marnes bariolées en tous points comparables aux assises du Muschelkalk moyen. La limite supérieure sera de ce fait très difficile à marquer, seule la présence de petits bancs de grès intercalés dans des marnes sableuses, de couleur jaune clair, permet de dire que l'on a affaire aux séries du Muschelkalk inférieur. En effet, les marnes bariolées sont plus colorées et généralement moins gréseuses.

Les faciès sont à peu près constants. Il est bon de signaler, ver Girancourt, la présence d'un grès très argileux, s'effritant facilement, pour donner un sable jaune, très fin, présentant des passées très micacées (muscovite) qui peuvent être importantes au point de donner lieu à une petite exploitation. Cette variation de faciès semble d'ailleurs être très locale.

Caractères géotechniques

Ce sont des grès fins, plus ou moins argileux. Ils ne forment aucun relief et s'étendent sur de larges surfaces relativement planes. L_e sommet est franchement marneux.

En première approximation, on peut dire que cet ensemble puissant d'une trentaine de mètres, admet, au point de vue géotechnique, la subdivision suivante :

- à la base : un ensemble de grès tendres, séparés par des lits peu importants de marnes
- au sommet : un horizon de marnes consistantes plus ou moins gréseuses.

1°) Les grès.

Il n'a pas été possible, faute de bonnes coupes, de relever des diaclases dans ces niveaux, mais les affleurements ont montré qu'ils sont fortement disloqués, notamment dans les séries en plaquettes, se débitant facilement en petits parallélépipèdes. Il sera intéressant de connaitre leur emplacement lors de tous travaux. En effet, ils sont peu résistants, ils s'éboulent et s'altèrent en donnant un sable. En lame mince, ces grès apparaissent très poreux, les grains arrondis semblent ne pas être fortement cimentés et sont en général très altérés.

En surface, ces formations sont souvent recouvertes par un ensemble marno-sableux qui peut atteindre jusqu'à 1,50 mètres. Ceci est très fréquent dans les sondages qui ont traversé ces formations. Cette zone altérée, très aquifère, sera dangereuse à tous égards.

Conclusion :

D'une puissance de 5 à 20 mètres, ces grès constitueront un radier de fondation acceptable. Les marnes et les grès en plaquettes qui s'y intercalent, provoqueront de légers tassements facilement controlables.

Remblais : En terrains plats, ces couches décapées de la zone altérée fourniront à coup sûr, un bon substratum. A flanc de coteau, les terrains de couverture instables seront plus importants, de plus les intercalations marneuses ou marno-gréseuses donneront des venues d'eau parfois importantes. Il sera nécessaire de réaliser un drainage autour de la zone à remblayer.

Les terrassements seront assez faciles, mais il faudra craindre des éboulements des talus. Par ce fait, il nous semble raisonnable que les parois à donner aux tranchées soient voisines de 1/1.

Le drainage devra être effectué avec soin, car on peut trouver de véritables passées sableuses, certainement aquifères et l'on risque d'avoir des étalements de talus.

2°) Le niveau supérieur marneux.

Surmontant les grès coquilliers, ces marnes représentent un niveau intermédiaire entre les séries gréseuses et les marnes bariolées du Muschelkalk moyen. Les caractères géotechniques seront, de ce fait, ceux d'une argile très gréseuse, cependant plastique et sans stratification. Elle est très souvent humide et présente une zone altérée de 20 à 40 cm.

Analyse granulométrique

L'apport gréseux important se manifeste dans les essais granulométriques.

Pour les courbes 3 et 4 correspondantes à la base de la série, le grain moyen est égal ou supérieur à 80 μ. La partie comprise dans le secteur sable fin est plus étalée alors que la fraction argileuse demeure très réduite.

La courbe 4 présente un départ dans les sables fins avec plus de 70 % d'éléments supérieurs à 0,1 μ, donc un matériel relativement grossier. La fraction limoneuse se développe au détriment de la fraction argileuse. Les sols prélevés au sommet de la série ont un grain moyen de 15 μ.

Il semble donc que nous puissions, rien qu'à l'aide de critères granulométriques, distinguer, dans ces marnes argileuses, deux ensembles :

- à la base : des marnes gréseuses se rapprochant des sables fins
- au sommet : des matériaux mieux calibrés avec des caractéristiques d'une argile limoneuse.

Ce dernier ensemble présente d'ailleurs les mêmes propriétés que les marnes bariolées du Muschelkalk moyen qui lui font suite.

La teneur en eau est moyenne, variant de 20,80 à 22 %, dans la partie inférieure elle peut être très basse, jusqu'à 11 % ; dans la zone altérée, elle dépasse 50 %.

La différenciation entre la base et le sommet de la série s'accentue en considérant les différentes limites d'Atterberg.

Pour la base : Wl oscille entre 29,7 et 30,4 %
Wp demeure constant, égal à 17 %
Ip = 11,8 à 12,7 %

Pour le sommet : Wl = 45,6 %
Wp = 26,8 %
Ip = 19 %

Essais de compression

Certaines parties indurées du sédiment présentent des valeurs supérieures à 5 kg/cm2. Ceci se vérifie vers le sommet où les marnes sont litées. Dans la majeure partie, les valeurs de la résistance semblent varier de 3 à 4 kg/cm2, dénotant une marne très consistante.

Il faut noter qu'une zone de 40 cm de profondeur présente des valeurs de 0,5 à 1,0 kg/cm2.

Conclusions :

La consistance de ces sols semble croitre en s'élevant dans la série. Les valeurs de la base sont égales à 0,70 pour des "terrains fermes", puis on passe à des "terrains midurs" avec Ce = 1,0, le sommet présente des "terrains durs" avec 1,35 pour Ce.

L'hétérogénéité de ces sols est donc marquée par leurs caractéristiques physiques. Les caractères mécaniques qui en découlent suivront les mêmes variations. Par exemple, la cohésion va en grandissant de la base vers le sommet ; il en sera de même pour la compressibilité.

De plus, l'indice de plasticité étant faible pour les séries de base (Ip $<$ 12 %). Ces terrains seront susceptibles de s'altérer rapidement sous un faible apport d'eau. On pourra donc prévoir certaines difficultés, par temps de pluie, pour se déplacer sur le chantier à la suite de l'humidification des terrains découverts.

La partie supérieure de cet ensemble marneux constitue un bon sol de fondation. La partie inférieure sera dangereuse et devra être évitée, car les remblais s'y affaisseront d'une manière rapide.

Les tranchées devront avoir des pentes assez peu marquées, en effet, les valeurs de l'indice de plasticité laissent prévoir un angle de frottement très bas.

*
* *

II - MARNES BARIOLEES

Généralités

Les affleurements sont peu nombreux et seuls peuvent être observés les points d'exploitation de ces marnes que l'industrie transforme en tuiles et en briques.

Ces sédiments présentent des teintes très vives, variant du rouge au brun clair et foncé, quelques couches vertes et jaunes et des passées lie de vin.

En intercalation, on trouve des niveaux de grès jaune clair, très durs.

Les marnes sont tantôt gréseuses et se présentent sous la forme de lits indurés se délitant en petits cubes alternant avec des passé es de marnes plus plastiques, sans stratification.

On peut simplement dire que le sommet de cette série présente des faciès de marnes grises dolomitiques parfois schisteuses. Ceci se vérifie dans un sondage implanté à Corre, dans la plaine alluviale du Coney.

Limite inférieure

La limite inférieure est assez délicate à marquer. En effet, le grès coquillier se termine généralement par des assises marneuses, présentant les mêmes caractères lithologiques que les marnes bariolées supérieures. C'est donc une limite approximative que nous déduiront d'après l'épaisseur du grès coquillier sous-jacent.

Lorsque nous trouvons les niveaux dolomitiques du sommet du Muschelkalk inférieur, la limite sera marquée après ces bancs de grès dolomitiques jaunes, se voyant dans la topographie.

Coupe à Passavant, le long de la D. 50, à la sortie de Passavant en direction de Corre, une carrière en exploitation nous donne la coupe suivante :

de haut en bas

- sol végétal..... ..... 60 cm

- Passées rouges, marnes indurées disposées suivant des lits se délitant en petits cubes..... 40 cm

- Marnes jaunes avec des passées gréseuses de 20 cm sous forme de 2 à 3 bancs..... 60 cm

- Marnes vert à violet. Marnes très compactes, litées et par endroits schisteuses..... 10 cm
Echantillon n° 48.

- Marnes sans stratification apparente, de couleur variant du jaune au rouge avec quelques lits peu épais (0,05 cm) d'argiles verdâtres..... 60 cm
Echantillon n° 49

- Passées de grès jaunes plus ou moins dolomitiques, tachetés de points noirs..... 10 cm

- Marnes très gréseuses en bancs de 5 cm. Ce niveau est très dur..... 90 cm

- Bancs de grès. Echantillon n° 50..... 20 cm

- Marnes indurées de couleur variable, avec quelques lentilles de grès et des géodes de calcite, très difficilement repérables car disséminées dans la masse..... 1,10 m
Echantillon n° 51
Banc de grès dolomitique.

- Marnes bariolées en lits plus épais. Plus on descend dans la série, plus les bancs de grès augmentent. Les marnes ont une couleur lie de vin a vert dominante.. 2,20 m

En lame mince, les niveaux lie de vin se présentent sous la forme d'une argile presque pure (90%) du groupe de l'illite, avec quelques dragées de gypse en inclusion. On note des grains de quartz, assez fréquents et quelques minéraux détritiques.
Echantillon n° 52*.

Les bancs jaunâtres que l'on rencontre sont soit des passées de grès dur, très siliceux, soit des marnes gréseuses indurées ou parfois de grès calcaires avec des enclaves de calcaires purs.

Ces enclaves calcaires ont été étudiées en lame mince : elles sont formées par un calcaire micro-granulaire, très riche en grains de quartz anguleux.

Le plus souvent, ces sédiments paraissent lités et on distingue très nettement une alternance avec granoclassement d'un grès à ciment calcaire et d'un marno-calcaire très opaque.

Echantillon nº 53*.

Le tout est très bien lité. On remarque de magnifiques figures de charge du grès dans le calcaire marneux avec bouleversement complet de la stratification et effondrement des lits avec mouvements tourbillonnaires du grès.

- Argiles très gréseuses, bariolées, non exploitables car les géodes de calcite et les accidents calcaires sont très nombreux..... 5 m

Les niveaux bariolés sont exploités après calibrage pour la fabrication des tuiles. Les passées calcaires et gréseuses sont gênantes. Certains niveaux, comme les assises de marnes vertes et lie de vin, sont dits "gras" et mélangés à des niveaux moins argileux.

Caractères géotechniques

C'est le niveaux marneux le plus important. Il représente plus de 50 mètres d'épaisseur de marnes argileuses très indurées, en plaquettes avec des bancs de grès fréquents d'une épaisseur toujours réduite (10 cm).

Analyse granulométrique

Les essais réalisés pour tous ces sols montrent une certaine homogénéité. En effet, les échantillons prélevés à partir de stations éloignées (plus de 20 km) et pris à des hauteurs différentes (30 m) donnent des histogrammes sensiblement équivalents (courbes 6, 7, 8, 9).

La majeure partie des courbes se situe dans la fraction limoneuse. La phase argileuse est toujours réduite.

Teneur en eau

Ces teneurs en eau accentuent le caractère de similitude entre les différents affleurements. Les valeurs trouvées semblent être comprises entre 18 et 23,8 %.

Ces marnes affleurent le plus souvent dans des points bas. Elles forment le substratum de fossés occupés par des cours d'eau importants. De ce fait, leur teneur en eau pourra être perturbée au contact de nappe alluviale, mais ce phénomène ne sera que superficiel.

Les limites de liquidité (Wl) sont comprises entre 33 et 38 % et les limites de plasticité entre 18 et 19,2 %. L'indice de plasticité varie de 13,8 à 19 %.

Cet indice, quoique moyen, présente une fourchette importante de plus de 5 unités. Il faudra craindre des propriétés mécaniques sensiblement différentes, pour tout cet ensemble, d'un point à l'autre du tracé.

Ces terrains présente une résistance à la compression simple supérieure à 5 kg/cm2 donc des sols extrêmement consistants.

L'élévation de la teneur en eau au voisinage des nappes alluviales provoque une chute sensible de cette résistance, et l'on peut descendre jusqu'à 2,5 kg/cm2. Les zones humides seront donc à délimiter avec précision.

La zone altérée est ici assez importante et peut atteindre jusqu'à 50 cm.

La cohésion, la consistance et la compressibilité de ces sols seront très irrégulières du fait des variations de l'indice de plasticité.

Ces dépôts étant sensibles à l'eau, on peut dire que, dans les parties drainées, ils présenteront des propriétés mécaniques satisfaisantes.

Pour la partie en contact avec l'eau, il faudra, soit conserver leur talus d'équilibre qui n'est pas très élevé, et ne semble pas dépasser 6 %, soit aménager les tranchées par soutènements et vérifier le gonflement de ces sols, au contact de l'eau, afin d'éviter des poussées excessives sur les murs de soutènement.

De même pour les remblais, il faudra drainer la zone à remblayer, afin qu'aucune circulation d'eau ne vienne détériorer le substratum.

*
* *

III - CALCAIRES BLANCS

Le sommet des marnes bariolées est peu visible dans la zone cartographiée. Nous n'avons relevé que des fragments de coupe à la base des séries calcaires du Muschelkalk supérieur. Cette série sera donc étudiée avec les coupes relatives au calcaire coquillier dans le paragraphe suivant.

*
* *

IV - CALCAIRES COQUILLIERS

Le Muschelkalk calcaire se présente dans la région, sous la forme de 3 assises caractéristiques.

- A la base : une dizaine de mètres formant le calcaire à Entroques.

- La partie moyenne de la série est formée par le calcaire à Ceratites qui se développe sur une trentaine de mètres. Ce sont des calcaires gris bleuté, compacts. Contrairement au calcaire à Entroques, les bancs marneux sont souvent abondants dans ces niveaux composés par des alternances de calcaires gris bleu en forme de dalles et de marnes gris foncé ou noires.

La nature des bancs calcaires est fort variable et présente des faciès très différents.

Mais très souvent la dolomitisation envahit ces faciès calcaires et forme de véritables taches. Ceci est très prononcé dans le calcaire à Entroques et au sommet du calcaire à Cératites.

- Le sommet se termine par des calcaires très dolomitiques. Il est très peu visible sur le terrain étudié et a été mis en évidence dans quelques sondages près de Bocquegney.

La limite inférieure se marque assez facilement dès l'apparition de bancs calcaires massifs avec de grosses Entroques.

DESCRIPTION :

Pour faciliter l'étude de ce calcaire coquillier, il a été distingué dans la région deux grands secteurs: L'un à l'Ouest, englobant les localités de Corre, Demangevelle, Vauvillers et Martinvelle, le deuxième à l'Est avec Girancourt, Darnieules, Epinal, Dompaire et Nomexy.

Le découpage en secteurs a été envisagé du fait des variations de faciès importantes entre les deux extrêmités de la zone cartographiée.

A - SECTEUR OUEST

Le long de la Nationale N. 417 à 1 km de la sortie de Demangevelle en allant vers Vauvillers, une ancienne carrière donne la coupe suivante :

- Gros bancs de calcaires recristallisés avec, au sommet des passées dolomitiques..... 1,50 m

- Marnes vertes.....0,10 à 0,20m

- Calcaires en plaquettes avec des zones de dolomie pure, jaune saccharoïde ..... 2 m

- Petits bancs non stratifiés de calcaires légèrement dolomiques..... 1,60 m

Cet ensemble est très disloqué par la dissolution des sels dans les marnes sous-jacentes.

- Zone aveugle certainement occupée par du calcaire à Entroques..... 3 m

- Calcaire à Entroques : calcaire gris bleu, plus ou moins tacheté de jaune, avec des Entroques assez grosses dans la masse..... 3,60 m

- Calcaires gris plus clair, plus compacts avec de rares Entroques. Ce sont des dalles bleues tachetées de rose avec des sections de Térébratules et de différentes coquilles de Lamellibranches..... 1 m
Cette assise a le faciès typique de la calcarénite à Entroques.

Echantillon n° 54

En lame mince, on distingue des Entroques et des débris de coquilles (Brachiopodes). Quelques gravelles qui marquent un début d'oolitisation. Le ciment est micro-granulaire avec recristallisation des débris avec la pâte. C'est un calcaire micro-granulaire.

- Marnes brunes, très compactes, sans stratification... 0,30 m

- Gros bancs de calcaire compact avec des sections de Lamellibranches et Térébratules

Ces fossiles sont disposés à la surface des bancs et forment de véritables lumachelles, quelques rares Entroques sont à noter. Ces assises semblent déjà appartenir au calcaire à Cératites. Ce sont des calcaires gris clair, spathiques, avec des tubulures et des postes de vers. Ils se présentent en bancs épais (1,2 m d'épaisseur) avec des interlits marneux..... 6,70 m

En lame mince, on remarque de nombreuses coquilles généralement recristallisés et des débris d'encrines. Le ciment très fin, forme de micro-cristaux de calcite. Il est généralement plus clair par rapport aux organismes qui l'entourent.

- Calcaires compacts gris jaune, se présentant sous la forme de 5 bancs massifs. Par endroits et par taches, c'est un calcaire compact, sub-lithographique séparé par des passées lumachelliques ou bien c'est le faciès de calcarénite gris bleuté..... 4 m

- Topographiquement, cette zone, recouverte d'une épaisse couche de terre végétale, donne l'impression d'être formée par des bancs calcaires, alternant avec des marnes..... Zone d'ombre

- Calcaires en gros bancs, présentant le faciès du calcaire gris clair..... 1,10 m

- Calcaires en petits bancs, très diaclasés, sans stratification visible, se délitant en petits cubes avec quelques rares débris de coquilles..... 2 m

- Calcaires en gros bancs, gris bleuté..... 1,10 m

On peut noter que le départ de cette coupe se situe dans la dolomie à lingules (calcaires blancs). D'après N. Théobald, la dolomitisation est peu intense et n'envahit pas la calcaire à Entroques.

B - SECTEUR EST

Coupe à Perrey

Dans le secteur Est, le sommet des marnes bariolées a pu être mis en évidence. C'est le calcaire blanc qui est représenté ici sous la forme de cargneules et de marnes dolomitiques blanches.

Coupe le long de la D. 41, de Domevre à Oncourt, au lieu-dit "Les formes de Perrey".

- Marnes argileuses, vertes et grises, indurées en lits très minces. Ces marnes sont dolomitiques..... 1 à 1,80 m

- Dolomie jaune caverneuse, très cargneulisée. La base de cette assise est blanchâtre..... 1,60 m

- Zone aveugle..... 0,60 m

- Calcaires à Entroques. Ils sont très dolomitisés, bien que ce phénomène ne soit pas encore très développé, dans toute la masse du calcaire, il annonce déjà une tendance à la dolomitisation des faciès calcaires qui affleurent plus à l'Est..... 2 m

Coupe à Nomexy

Le long de la R.N. 57, d'Epinal à Nancy, à 700 mètres avant la localité de Nomexy, les tranchées de la route nous offrent la coupe suivante :

- Calcaires blancs. C'est un complexe de marnes dolomitiques gris blanchâtres, alternant avec des calcaires dolomitiques et des dolomies pures.
Le contact avec le calcaire à Entroques est peu visible. La limite semble se faire par l'intermédiaire d'un calcaire blanc, avec des zones cargneulisées ; mais le faciès est moins développé qu'à Perrey..... 2,50 m

- Calcaires plus ou moins gréseux, jaune ocre (dolomitique) avec de grosses Entroques..... 0,40 m

- Zone aveugle : la coupe se poursuit à Chavelot, juste à la sortie du village, en allant vers Epinal..... 0,50 m

- Calcaires à Entroques : faciès caractéristique de la calcarénite gris bleuté. Il est gris bleu, tacheté de rouge. I_1 est compact. Mais vers le sommet, on note un envahissement de la roche par un faciès dolomitique jaunâtre grumeleux plus ou moins saccharoïde..... 0,80 m

- Dolomie grumeleuse jaune en petits bancs..... 0,30 m

- Calcaires à Entroques très dolomitisés. Les tiges d'Encrines subsistent, mais la dolomie envahit le ciment calcaire dans lequel elles sont disséminées..... 1,50 à 2 m

- Calcaires bréchiques, jaune dolomitique, sans stratification apparente, ni joints distincts. Il n'a pas été trouvé d'Entroques dans ces niveaux..... 0,25 m

- Calcaires à Entroques très dolomitisés..... 0,70 à 1 m

- Zone aveugle..... 1,80 m

- (Taon Les Vosges). Calcaire gris foncé, en petits bancs. Il est compact, les joints de stratification sont mal marqués. Parfois il passe à un calcaire marneux, avec des restes de coquilles. Il y a peu ou pas d'Entroques... 0,70 m

- Calcaire marneux tendre en bancs de 0,30 m, gris foncé, avec quelques passées marneuses marquant les interbancs..... 0,60 m

- Calcaires gris compacts, sub-lithographiques, en bancs de 20 à 25 cm. La cassure est franche..... 0,90 m

- Calcaire en plaquettes, gris blanc, se délitant en feuillets très minces. Il est légèrement marneux..0,50 à 0,60

- Calcaire marneux en deux bancs de 0,10 cm..... 0,20 m

- Calcaire en plaquettes, gris blanc, en bancs très minces..... 0,60 m

- Calcaire en plaquettes, jaune et dolomitique..... 0,45 m

- Marnes brunes..... 0,20 m

- Calcaire en plaquettes..... 0,80 à 1

- Marnes grises, indurées, schisteuses se délitant en petits cubes.....0,40 m

- Dalles de calcaire lithographique, cassure conchoïdale, en bancs très durs, épais de 7 à 10 cm..... 0,20

- Calcaire en plaquettes. Il est déjà plus marneux et plus friable..... 0,40

- Calcaires bicolores très friables, se délitant en bancs très minces. Il est marneux et plus ou moins dolomitique..... 0,15

- Calcaires sub-lithographiques, en dalles minces, les bancs sont toutefois plus épais que les calcaires en plaquettes (stratification entrecroisée)..... 0,40

- Calcaires gris bleu, parfois veinés de jaune, en plaquettes, très friables..... 0,80

- Zone aveugle, recouverte d'éboulis..... 2,60

- On note la succession suivante sur..... 0,80

. banc de calcaire marneux, marno-calcaires et dalles calcaires..... 15 cm
. marno-calcaires gris, sans stratification 30 cm
. Dalles calcaires, compactes, gris bleuté. 5 cm
. argiles gris vert..... 10 cm
. marno-calcaires..... 20 cm
. calcaires gris bleu, tachetés de rose, avec des débris de brachiopodes et de lamellibranches..... 20 cm

- Alternance de calcaires compacts et de marno-calcaires..... 1,30 m

- Calcaires bicolores, mouchetés de points rouges... 0,30 m

En lame mince, on observe quelques quartz, des grains d'hydroxyde de fer, très altérés. Il présente l'aspect d'un calcaire gréseux. Il est lité, avec des passées très riches en débris de Lamellibranches recristallisés et des tests de Brachiopodes, avec quelques Entroques très petites.

Le litage est obtenu à partir de la taille et du pourcentage des grains de quartz. Dans les zones sombres, les grains sont petits et peu nombreux. Les zones claires sont plus riches en grains de plus forte taille, avec une grande abondance de petits débris d'oxyde de fer et des matières organiques.

Cette roche est très pyriteuse. Dans les zones altérées, la pyrite est rouge, dans les plages saines, elle est dorée et la roche prend une couleur foncée.

Echantillon n° 56*.

- Alternance de calcaires et marnes qui se poursuit sur une trentaine de mètres

- Marno-calcaires gris foncé..... 0,50 m

- Alternance de calcaires et de marnes..... 2 m

- Calcaire jaunâtre, en dalles, avec de nombreux débris. Quelques fossiles complets du type des Gervillia. La surface des bancs peut être parfois lumachellique....0,20 à 0,25 m

En lame mince : calcaire micro-granulaire à débris recristallisés, présentant des liserés de produits ferrugineux. Ces hydroxydes ferriques peuvent diffuser dans le calcaire à partir de débris. Quelques rares Entroques.

Echantillon n° 57*.

- La coupe se poursuit sur une dizaine de mètres, avec une alternance de calcaires (Echantillon n° 58*), souvent bicolores se présentant en bancs de 0,70 m d'épaisseur et des marno-calcaires et marnes, en bancs de 1,50 m.

- Calcaires en plaquettes très fossilifères, certains bancs sont argileux, d'autres compacts. Ils présentent à leur surface de nombreuses tubulures et des fossiles entiers (Lima, Oernesia, Gervillia)..... 0,70 m

En lame mince : nombreuses coquilles dans un ciment micro-granulaire formé de calcite chargée en

oxyde de fer, des passées détritiques fines chargées en grains de quartz. Quelques Gastéropodes non identifiables
Echantillon n° 59*.

- Argiles vertes à jaunes avec des fragments de calcaires..... 0,30 m

- Fragments de calcaires compacts, emballés dans une marne brune.....1,10 m

Caractères géotechniques

1°) Faciès à Entroques

En général, il se détache dans le paysage et forme une côte facilement repérable. Ce calcaire se présente en gros bancs affectés de deux systèmes de diaclases, l'un perpendiculaire aux joints de stratification, l'autre parallèle.

Les interbancs sont marneux et peu épais, mais on peut trouver des intercalations plus épaisses, formées par une argile plastique verte, pouvant atteindre jusqu'à 20 cm.

Il faut noter que ces séries sont souvent affectées d'une "pseudo-tectonique", c'est à dire qu'elles sont localement inclinées. Les bancs, préalablement horizontaux, ont glissé sur les marnes sous-jacentes délavées.

Les terrassements exigeront des mines, mais le litage facilitera l'attaque.

Les circulations d'eau doivent se faire le long des diaclases, comme dans tous les calcaires. Les interbancs marneux peuvent retenir une partie des écoulements lorsqu'ils ne sont pas traversés par des fissures. Mais la plus grande partie de l'eau doit atteindre des calcaires au contact des marnes imperméables sous-jacentes.

Les essais de résistance à l'écrasement ont donné des résultats très différents. Ces calcaires ont montré, en lame mince, un réseau de microfissures, assez dense, lesquelles fissures sont parfois recristallisées.

Sur plusieurs éprouvettes, elle est comprise entre 350 à 480 kg/cm2. En plaque mince, les échantillons étaient sains et très peu fissurés.

Mais, sur d'autres essais effectués sur des échantillons qui montrent en lame mince un réseau très dense de diaclases, ont donné une valeur de rupture voisine de 110 kg/cm2, perpendiculairement à la stratification.

Ces expériences en laboratoire nous amènent à penser que certaines zones ne présentent pas les caractéristiques d'un calcaire très résistant, mais il semble qu'elles soient peu importantes et que, pour l'ensemble du sédiment, les pressions doivent être supérieures à 300 kg/cm2.

Conclusions pratiques

Ces terrains se comporteront très bien en tranchées avec des parois stables pour des pentes assez raides. Il faudra de préférence faire coïncider les parois des talus avec les diaclases naturelles, ce qui évitera la chute des blocs.

Dans le secteur Est, ces calcaires admettent des passées marneuses plus fréquentes et plus importantes. Leur incidence sur la stabilité des talus n'est pas à craindre, car ce sont des marnes schisteuses très dures, qui tiendront bien en tranchées.

En tant que substratum de remblais, ces assises ne posent pas de problèmes, car ils constituent un sol rigide

2°) Calcaire à Cératites

Les coupes dans "le calcaire à Cératites" montrent une grande hétérogénéité de faciès. La base de cette série est franchement calcaire avec des propriétés géotechniques comparables à celles des niveaux à Entroques déjà étudiés.

Au-dessus, nous trouvons une alternance formée de calcaires compacts, très durs, en dalles de 10 cm, de calcaires en plaquettes et de marnes. Il est fréquent de trouver des passées de calcaires argileux, très importantes et ceci dans la partie moyenne de la série.

Le sommet est composé d'une alternance de calcaire et de marnes.

On peut distinguer,au point de vue géotechnique, trois ensembles :

- à la base sur 5 à 6 mètres, un ensemble homogène de calcaires assez résistants

- Une partie moyenne formée d'une alternance discontinue de calcaires marneux et de marnes avec des intercalations de dalles calcaires.

- Au sommet, une alternance vraie de calcaires et marnes, ces dernières prenant une grande importance vers le sommet.

a) Calcaires inférieurs :

Ils forment un petit redent dans la topographie qui suit exactement celui du calcaire à Entroques. Ils sont diaclasés et passablement fissurés, ce qui facilitera les terrassements.

Ils sont bien lités, avec des interbancs marneux et l'on pourra craindre des circulations d'eau qui se manifestent sous forme de suintements.

Dans le sondage, le toit de ces formations est souvent recouvert par des formations argileuses dont l'aspect rappelle les argiles de décalcification de la région bisontine.

Les essais de compression simple nous dont donné, pour ces assises, des résultats très différents :

Echantillon 60 : calcaires bicolores : 237 kg/cm2

" 61 : calcaires diaclasés avec joints stylolithiques : 375 kg/cm2

" 62 : calcaires lumachelliques à huitres: 170 kg/cm2
calcaires argileux rognogneux : 77 kg/cm2

De même que pour les calcaires à Entroques, certaines zones sont moins résistantes. Les fossiles s'alignant suivant des lits, semblent jouer un rôle. Ils délimitent, tout comme les microfissures, des zones de plus faible résistance, abaissant ainsi la valeur de la résistance à l'écrasement.

b) Les alternances

Au point de vue géotechnique, ces alternances calcaires - marnes, se comporteront de la même manière que celles déjà étudiées pour les grès - marnes, avec, ici, des venues d'eau beaucoup plus importantes, au contact des calcaires fissurés et diaclasés, donc très perméables et des couches marneuses imperméables

- Marnes (Echantillon 63) : Elles sont en général schisteuses, sèches et très dures. Leur résistance à la compression est supérieure à 5 kg/cm2. Les courbes 10 et 11 montrent une granulométrie typique d'une argile limoneuse.

Les limites d'Atterberg sont moyennes ; sur des échantillons ayant une teneur en eau naturelle de 10,5 %, la limite de liquidité est voisine de 40 %, celle de plasticité égale à 23 %, d'où IP = 17 % indiquant un sol peu altérable par l'eau.

La consistance supérieure à 1,150 dénote un "terrain très dur".

- Calcaires divers de l'alternance : ils sont en général très fracturés. Mis à part les dalles de calcaires formant une assise cohérente (300 kg/cm2), les autres dépôts sont médiocres à tous points de vue.

Ces alternances semblent constituer un terrain vraiment médiocre :

Les terrassements n'y seront pas très difficiles. Les tranchées seront délicates à réaliser, les talus devant être toujours très modérés. Un drainage minutieux devra précéder toute construction.

*
* *

V - CALCAIRE A TEREBRATULES

Très peu visible sur le secteur étudié, il est formé par un calcaire dolomitique dans le sondage 15, réalisé à Bocquegney.

Nous avons :

- Calcaires lithographiques massifs et très diaclasés. 3 m

- Marnes dolomitiques à aspect sableux..... 6 m

- Zone aveulge.....0,30m

- Calcaires gris foncé, très diaclasés, plus ou moins dolomitiques.....0,70m

Il semble qu'ici le sommet du calcaire coquillier prenne un faciès différent de celui de Lorraine avec une dolomitisation poussée.

++++++++++++

CHAPITRE IV - LETTENKHOLE

Ces séries sont représentées dans la partie orientale du secteur étudié, où elles surmontent le Muschelkalk calcaire. Elles affleurent sur le plateau de l'Avïenne. Ce sont en général des marnes bariolées, avec des intercalations calcaires dolomitiques. Les séries de base sont schisteuses, alors que les marnes bariolées du sommet sont plastiques et molles.

Les coupes ont été très difficiles à voir, seuls quelques fragments ont pu être relevés. Ces séries sont très vite recouvertes de terre végétale.

Limite inférieure :

Elle se déduit facilement car ces séries essentiellement marneuses surmontent les calcaires dolomitiques du Muschelkalk supérieur.

Coupe à Bocquegney

A l'entrée du village de Bocquegney, le talus de la route nous a permis de relever une coupe qui a pu être suivie grâce aux sondages S 15 et S 16, effectués dans ce secteur.

- Marnes et calcaires dolomitiques blancs jaunâtre. On note un banc d'argile dans la partie moyenne de cette série. Le sommet est envahi par un faciès crayeux comportant de nombreuses géodes.....5,75 m

- Calcaire gris très dur, lithographique..... 0,20 m

- Marnes schisteuses gris foncé, avec quelques passages plastiques..... 3,55 m

- Marnes bariolées, sombres, violet vert, on note de la microfaune dans les passées rouges..... 1 m

- Marnes schisteuses noirâtres, avec intercalation d'argile noire..... 1,90 m

- Argiles jaunâtres à brunâtres..... 2,20 m

- Marnes noires dolomitiques en plaquettes. Au sommet, on passe insensiblement à un calcaire en plaquettes..... 1,50 à 2 m

En lame mince, il se présente sous la forme d'un calcaire microgrenu avec quelques rares cristaux de quartz. On note quelques fragments de coquilles et des galets roulés de calcaire micro-cristallin. C'est presque un calcaire à débris (quelques rares écailles de poisson).

Echantillon n° 63*.

- Calcaire à écailles de poissons, se présentant en bancs de 25 cm. Ce niveau varie en épaisseur et peut atteindre jusqu'à 1,10 m. On note à la surface des bancs, des croûtes ferrugineuses..... 0,50 à 0,60 m

En lame mince, c'est un calcaire cristallin, microgrenu, avec quelques grains de quartz, [illegible] de la pyrite qui se présente, soit en agrégats cristallins, soit sous forme de liseré autour des débris d'organismes, et même sous forme de galets. Quelques débris de poissons et des coquilles (lamellibranches) recristallisés.

Echantillon n° 64*.

- Calcaires plus ou moins compacts et parfois dolomitiques..... 0,20 m

- Dolomie gréseuse, jaune, d'aspect saccharoïde..0,70 à 1 m

En lame mince, c'est plutôt un grès à ciment calcaire, avec des paillettes de mica blanc. Certaines passées montrent un ciment riche en produits ferrugineux ainsi que de nombreux débris de coquilles. On note des filonnets de calcite (algues ?).

C'est plutôt un calcaire gréseux à matrice grumeleuse, poreux, et très dolomitique.

Echantillon n° 65*.

- Marnes bariolées très plastiques..... 10 m

Echantillon n° 66.

Caractères géotechniques

Ces terrains affleurent très peu sur le tracé du canal projeté, ils intéresseront l'ouvrage que dans la région de Bocquegney où une tranchée importante est prévue.

Trois grands ensembles peuvent y être distingués :

- Série de base formée par des marnes très indurées en plaquettes dont la teneur en eau est voisine de 9,5 %. Les courbes granulométriques (courbe 13, échantillon 66) montrent un étalement prononcé dans la fraction sable fin, puis une chute brutale pour les limons ; la phase argileuse est toujours très réduite.

C'est un matériau moyennement fin contenant de nombreux éléments calcaires. Le grain moyen (d 50) est supérieur à 13,5 μ .

Malgré l'induration des marnes, leur disposition en plaquettes en fait un ensemble assez friable.

- Alternance calcaire -dolomie

D'une épaisseur de 1,60 à 2 m, elle se présente sous la forme de deux bancs épais. L'un à caractère franchement calcaire, l'autre dolomitique où l'on peut passer de la dolomie franche au calcaire dolomitique.

Les essais de résistance à l'écrasement ont donné, pour le premier, une valeur de 176 kg/cm2, pour l'autre, on peut arriver à une valeur supérieure à 185 kg/cm2.

Les parties dolomitiques se sont très bien comportées et semblent rester en blocs, au passage des deux formations, l'échantillon s'est effrité.

Ces essais, réalisés sur des éprouvettes avec des forces agissant parallèlement à la stratification, donnent des valeurs minimales. Il semble que l'on puisse compter sur un chiffre plus élevé en faisant agir des forces perpendiculairement aux joints de stratification.

Ces bancs sont très intéressants à trouver, car, dans la Lettenkohle marneuse, ils peuvent constituer un radier de fondation pour de petits ouvrages.

- Ensemble supérieur argilo-marneux

Sur plus de 15 mètres, les marnes bariolées qui terminent la série, présentent un grand nombre d'analogies au point de vue caractéristiques physiques, avec les marnes, du Muschelkalk moyen.

Les analyses granulométriques (courbe 14) font apparaitre plus de 60 % d'éléments compris dans la partie sable fin et gros sable. La fraction limoneuse est importante aux dépens des argiles (moins de 15 %). La teneur en eau de 23,5 % et les limites sont du même ordre que celles de Passavant ou Girancourt.

Par contre, les essais à la compression simple dénotent une différence très nette. Avec des valeurs jamais supérieures à 1,5 kg/cm2, ces matériaux peuvent être classés dans les "argiles consistantes".

Conclusion : On pourra craindre des tassements importants des remblais. Le fruit à donner au talus des tranchées sera modéré, jamais supérieur à 2/1. Les terrassements seront relativement faciles.

++++++++++++

CHAPITRE V - FORMATIONS SUPERFICIELLES

EBOULIS DE PENTE (E)

Présents partout sur les flancs escarpés et au pied des pentes raides. On ne les a portés que lorsqu'ils masquent complètement la géologie.

Ils sont composés de gros blocs anguleux de grès durs, détachés des falaises ainsi que d'éléments du conglomérat principal.

Leur épaisseur est variable. Le maximum semble être atteint dans le grand Bois, dans la forêt de Selles et Passavant où le sondage S 74 en note plus de 10 mètres.

Caractères géotechniques

Ces formations constituent un très mauvais terrain qu'il faudra soit éviter, soit aménager pour préserver la stabilité de l'ouvrage.

En bas des pentes, ces épandages ne seront pas très épais, les tranchées devront être soutenues durant les travaux les talus seront faibles, il faudra le plus possible conserver la pente du talus naturel de ces formations. Les venues d'eau sont à craindre car ces dépôts draineront les eaux superficielles.

Pour les tranchées, à flanc de coteaux, on aura intérêt à s'enfoncer le plus possible dans la montagne. Les terrassements seront plus importants mais en recherchant les terrains en place, la stabilité des talus sera assurée. En effet, pour ces tranchées établies à flanc de coteau , les glissements des talus seront certains et accentués par la nature et la pente du substratum.

Sur des grès, l'éboulis a plus de chance de tenir En effet, les éléments non en place étant gréseux, les forces de frottement retarderont le glissement.

Sur les marnes, le phénomène ne sera pas le même. Les marnes, au contact de l'eau, auront tendance à glisser.

Cet ensemble constituera un très mauvais terrain de remblais.

- En pas de pente, là où ces formations sont peu épaisses, il suffira de les enlever pour poser le remblai sur la roche en place.

- A flanc de coteau , ces zones seront à éviter d'une manière catégorique, car la surcharge et la pression des masses remblayées entraineront des tassements et glissements difficilement prévisibles

En résumé : ces éboulis constituent un mauvais radier de fondation. Les tranchées devront être établies avec précaution, avec des talus très modérés. Le drainage de ces sols doit être fait avec soin, même à flanc de coteau , où il sera difficile à réaliser. La reconnaissance de l'épaisseur de ces formations devra toujours être faite par une campagne de sondages.

D'une manière générale, il faudra éviter les zones de maximum d'éboulis qui correspondent le plus souvent à la mi-pente des talus.

ALLUVIONS ANCIENNES (Fy)

Elles forment deux groupes distincts. L'un dans la partie Ouest du secteur auprès des rives du Coney, aux environs de Demangevelle - Basse Vaivre et le plateau de Passavant. Elles sont formées d'un sable argileux renfermant un grand nombre de galets de quartzite, de couleur foncée. Ces dépôts sont peu épais et peu élevés au-dessus des crues exceptionnelles.

L'autre gisement, plus étendu, occupe les plateaux formés par le calcaire coquillier qui domine la Moselle. Ces dépôts semblent appartenir à une terrasse de plus de 35 m. Ce sont des matériaux roulés d'origine granitique et gneissique ainsi que des éléments triasiques, peu roulés. Leur épaisseur est faible et ils sont caractérisés par de nombreux galets de tailles différentes.

ALLUVIONS RECENTES (Fz)

Elles sont localisées dans la vallée du Coney. Vers Corre, au confluent de cette rivière et de la Saône, elles atteignent plus de 4 mètres d'épaisseur où elles sont en général argilo-marneuses. Celles des autres ruisseaux sont peu développées.

Caractères géotechniques

Les alluvions anciennes ne poseront pas de problèmes délicats en raison de leur faible épaisseur (m). Leur action ne sera jamais directe. On peut les assimiler à une argile de décalcification, donc à une couverture peu épaisse de terrains meubles qu'il faudra enlever. Par contre, les alluvions modernes sont très intéressantes à connaitre dans le détail.

Il s'agit en effet de formations perméables susceptibles de renfermer une nappe d'eau ; les réalisations pourront perturber celle-ci, ce qui conduira à des études hydrologiques détaillées.

++++++++++++

CHAPITRE VI - CONCLUSIONS

A - STRATIGRAPHIE

Les quelques 265 mètres de roches qui constituent la série sont donc extrêmement diversifiés. D'autant plus qu'il s'y manifeste des variations de faciès importantes. Par contre, il faut noter la similitude que présentent certains niveaux d'étages différents. De grands ensembles lithologiques peuvent être dégagés, des niveaux repères soulignés.

1°) Les variations de faciès

Les plus importantes sont celles du calcaire à Entroques à la base du calcaire coquillier qui présente 3 aspects différents dans les limites du secteur étudié : calcaires francs très fossilifères, calcaires dolomitiques et calcaires marneux en plaquettes.

2°) Les variations d'épaisseur

Les plus spectaculaires sont celles du conglomérat principal qui a de 0 à 1 mètre à l'Ouest du secteur étudié pour atteindre 30 à 40 mètres à Epinal et cela sur une quarantaine de kilomètres.

3°) Les niveaux semblables

Certains niveaux présentent entre eux de telles similitudes qu'il devient difficile de les distinguer microscopiquement. Ce sont :

. Les grès à Voltzia et la base du grès coquillier

. Les grès intermédiaires et les grès de base du grès à Voltzia

. Les marnes bariolées du Muschelkalk moyen et les marnes ondulées du sommet du grès coquillier

. Les marnes de la Lettenkhole et les marnes de l'argile limite.

4°) Les principaux repères sont les suivants :

- la zone limite violette (2 à 7 mètres)
- la base du grès à Voltzia "Haute masse" (7 à 8 mètres)

- Calcaires à Entroques, base du calcaire coquillier (10 mètres) (ceci dans le secteur Ouest).

5°) Les niveaux remarquables :

- Niveaux de grès à plantes (Haute Masse) (0,5 m)
- Grès à cornaline, base et sommet de la zone limite violette
- Niveau à grosses Cératites (C. nodosus)
- Récifs d'algues.

B - APPERCU TECTONIQUE

Le tracé du canal entre Corre et Noroxy traversera trois secteurs distincts.

1°) Secteur compris entre Corre et Hautmougey

C'est une zone des horsts et fossés d'effondrement

D'Ouest en Est, on peut distinguer :

- Le horst du Bois de Barr, limité au Sud et au Nord par les failles F 2 et F 3, de direction SW - NE. Il domine la zone effondrée de Passavant - La Rochère (coupes 1 et 2).

- Le horst Mu Mont Paron et du Bois de Charlemagne, présentant une direction générale NE - SW. Le Haut du Mont Paron domine de 120 mètres environ la dépression de Selles, ce qui correspond au rejet tectonique.

Sa retombée Sud est très marquée. La zone effondrée n'est jamais simple. C'est une série de gradins abaissés vers le Sud par des failles sensiblement parallèles (coupes 7, 8, 9).

- Le horst du Grand Bois. L'apparition du socle dans ce secteur semble perturber l'allure générale des unités structurales, de plus des failles de direction NS apparaissent avec plus de vigueur.

Les accidents sub-méridiens (comme la faille F 8) conditionnent le changement brusque des unités tectoniques.

Le horst du Grand Bois qui est le prolongement du Mont Paron a dans sa partie occidentale une direction NW-SE.

Son prolongement vers l'Est affecté par des accidents (N-S) importants, le long desquels le socle apparait (coupes 10 et 11).

- Le horst de la forêt de Gruey

Faisant suite au Grand Bois, il présente un axe de relèvement dont la direction est parallèle aux axes déjà cités.

L'amplitude du relèvement des unités structurales que l'on suit depuis Corre semble atteindre ici son maximum. En effet, le fossé de Montmotier - Ambiévillers formé par un replat du grès coquillier est bordé au Nord par des collines constituées par les grès intermédiaires, le conglomérat principal, le socle primaire. Ce dernier, qui affleurait dans les fonds de vallées, se trouve ici à une altitude de plus de 450 mètres. Sa position par rapport à la zone effondrée ne peut s'expliquer que par un relèvement progressif s'effectuant par le jeu d'accidents sub-méridiens (coupes 12 et 13).

La retombée Sud de ce horst est assez brutale et ne se réalise que par étages sous forme de panneaux effondrés mettant en contact des terrains de plus en plus récents (coupes 14 et 15).

- Les fossés d'effondrement s'alignent d'une manière générale sur une direction sensiblement parallèle aux horsts qu'ils encadrent.

On peut citer ceux de Passavant - La Rochère, de Selles - Montmotiers où affleurent généralement le grès coquillier et les marnes bariolées du Muschelkalk.

2°) Secteur compris entre Hautmougey et Girancourt

C'est en fait un secteur intermédiaire qui permet de passer à la zone des plateaux mosellans.

Après Hautmougey, la zone effondrée de Corre - Montmotier, vient buter contre une faille importante F 18. A l'Est de cet accident, se développe un plateau occupé par les grès coquilliers et marnes bariolées. Cette zone, relativement calme, semble marquer la limite orientale du fossé d'Ambievillers.

La région de Thunimont - Harsault - Uzemain montre un schéma différent.

La zone effondrée de Gruey qui se poursuit à l'Est jusqu'à Melomenil est encadrée par le horst de Charmoy au N

et limitée au Sud par la faille F 26 et le horst de Thunimont.

Dans la région de Girancourt (coupes 24,25) une faille importante de direction NW-SE met en contact les séries du Trias inférieur, avec les grès coquilliers et marnes bariolées. On ne peut pas parler d'un horst bien individualisé, mais simplement d'un axe de relèvement affectant les séries du Trias inférieur.

Cet axe s'atténue vers le NW. En effet, la faille F 32, qui possède à l'extrêmité Sud un rejet de plus de 90 m, n'en possède plus que 10 m à Hennecourt où elle n'affecte que les calcaires coquilliers.

Cet accident important limiterait plutôt une zone déprimée (Girancourt - void de Girancourt).

3°) Zone des plateaux

C'est une zone tabulaire dominant la Moselle. Elle est entaillée par des cours d'eau importants comme l'Avièvre. Ces plateaux sont formés de calcaire coquillier surmonté par les séries de base de la Lettenkohle. Des vestiges de haute terrasse de la Moselle les couronnent.

En conclusion, la structure tectonique, caractérisée par des axes de relèvement, l'un de direction NE-SW, l'autre de direction NW-SE, et par des fossées tectoniques montre un réseau de failles de directions diverses.

Trois directions d'accidents peuvent être mises en évidence :

- failles sub-méridiennes
- failles parallèles aux axes de relèvement NW-SE
- " " " " NE-SW.

A Thunimont, le long de la faille F 26, il a été trouvé une brèche (échantillon 67) renfermant des éléments du conglomérat principal cimenté par de la barytine. Il semblerait donc que certains accidents importants soient minéralisés.

C - GEOTECHNIQUE

Cette étude nous a permis :

- de préciser de grands ensembles lithologiques
- de réaliser le schéma géotechnique (planche IV) qui groupe les terrains de mêmes caractéristiques physiques et de comportement mécanique analogue.

Ce schéma a été entrepris dans l'optique de la construction du canal et ne peut être utilisé directement que dans ce cas particulier.

Dans ces conditions, les grands ensembles ont été les suivants :

Roches cohérentes

- Les grès compacts et cohérents : groupant les couches intermédiaires, base des grès à Voltzia, grès vosgien supérieur.
- Les calcaires compacts : calcaire à Entroques, base du calcaire à Cératites.
- Les grès argileux : la majeure partie du grès coquillier

Roches argilo-marneuses

- Les marnes : argile limite, marnes bariolées, marnes ondulées (sommet du grès coquillier), marnes supérieures de la Lettenkhole.

Ensembles d'alternances

- Les grès et marnes : partie moyenne du grès à Voltzia
- Les calcaires et marnes : la grande majorité du calcaire à Cératites, partie moyenne de la Lettenkhole.

Roches non cohérentes

- Eboulis, alluvions récentes, alluvions anciennes et dépôts superficiels

Bien que faisant partie des roches cohérentes, le conglomérat principal et le socle cristallin ont été distingués.

++++++++++++

TROISIEME PARTIE

ETUDE DU CANAL PROJETE

-----oOo-----

I - DESCRIPTION DU TRACE

- Bief de Corre

L'écluse de jonction est prévue au droit de la RN 417. Le Franchissement du canal par cette route sera économique puisqu'il suffira d'un pont de 12 mètres de portée. La hauteur de chute de l'écluse sera variable avec la cote de la Saône. Sa chute maximum sera de 4 mètres.

Après l'écluse, il suit la vallée du Coney jusqu'à la Basse Vaivre. Dans sa majeure partie, le canal suivra assez longtemps la cote 225 N.G.F. C'est pourquoi la cote du plan d'eau a été fixée à 224 N.G.F. Etant donnée la faible pente du Coney dans sa partie aval , cela n'entrainera pas de terrassements importants vers la Basse Vaivre.

Depuis la Basse Vaivre, le Coney sera capté dans le canal de façon à faire un appoint d'approvisionnement en eau. Le débit de crue de cette rivière est de 175 m3/s. Il parait difficile d'évacuer ce débit par l'écluse, un déversoir de crue a donc été prévu à l'amont de celle-ci. La vitesse du courant sera voisine de 1 m3/s, ce qui est acceptable.

- Bief principal

La tête de l'élévateur qui commence le bief se trouve à l'extrêmité SW de la colline dominant Selles-Passavant.

Le tracé longe les collines de Passavant à Hautmougey. Les pentes transversales dans ce secteur ne sont pas très importantes et sont comprises entre 15 et 20 %, mais elles sont re-

couvertes d'un épais manteau d'éboulis, ce qui compliquera la réalisation de l'ouvrage. La vallée du ruisseau du Bon Vin sera franchie par un remblai de 36 mètres.

Le tracé s'infléchit ensuite vers l'Est, dans une zone beaucoup plus calme sur les plateaux dominants Hautmougey.

L'étroite vallée du ruisseau des Cailloux sera franchie par un remblai de 45 mètres. C'est le plus haut remblai du projet.

La région de Thunimont est particulièrement tourmentée. La courbe 350 marque une rupture de pente importante. Le talus, assez raide, au dessous de cette cote, est constitué d'éboulis. Le site de Thunimont fera l'objet d'une discussion afin de voir quels sont les tracés possibles dans cette zone défavorable.

Le canal se développe ensuite sur les plateaux qui dominent la vallée du ruisseau du Coney, puis celle du ruisseau des 7 pêcheurs, jusqu'à Thiélouze. A 1 km en amont de ce village, le canal sera établi à flanc de coteau, sur des terrains dont la pente transversale est de l'ordre de 20 %. C'est l'un des points les plus délicats du tracé. Il devra retenir toute l'attention au moment de l'exécution des travaux.

L'ouvrage suivra ensuite le thalweg de la vallée de Thiélouse jusqu'à Girancourt. A l'écluse de Biémenil, il est prévu un barrage remontant les eaux de cette vallée.

Le passage du bief de partage doit être franchi par une tranchée profonde qui atteindra 29 m, au niveau de la gare S.N.C.F. de Girancourt.

Puis le tracé gagne la localité d'Adoncourt. Il s'infléchit vers l'Est pour gagner Hennecourt. Il sera à flanc de coteau sur des pentes n'excédant pas 15 % et s'écartera peu de la courbe 345. Au droit d'Hennecourt, il s'infléchit vers l'Est, pour gagner, Oncourt. L'Avièvre sera franchie en remblai. Il suit ensuite la vallée de cette rivière dans des terrains dont la pente oscille entre 15 et 10 %.

La tête de l'élévateur qui termine ce bief se trouvera au pied de la colline qui domine Nomexy.

(Les données techniques du futur canal sont réunies dans la planche X. Elles ont été communiquées aimablement, ainsi que le tracé ci-dessus, par le service des Ponts et Chaussées d'Epinal.)

Nous étudierons successivement les ouvrages suivants :

- Les tranchées principales
- Les remblais importants
- Les ouvrages d'art (élévateurs, écluse)

* * *

II - LES TRANCHEES

1 - Tranchée de Corre à 1

(planche IV, coupe 1)

Elle permet au canal de gagner la Saône depuis l'écluse jusqu'au fleuve. Longue de 985 mètres, elle aura une profondeur à peu près constante de 6 mètres. Cette tranchée sera creusée dans tout son parcours, en terrain relativement plat.

Géologie et géotechnique

Se développant dans la plaine alluviale du Coney, elle sera ouverte dans les alluvions. Le sondage S 76, réalisé sur son tracé, a donné la coupe suivante :

0,00	
0,45	- terre végétale
1,30	- argile superficielle
3,90	- alluvions
10,00	- marnes grises dolomitiques

Pas de perte d'eau.

Donc, le canal aura pour radier ces marnes grises dolomitiques. Sur 4 m, la tranchée sera entaillée dans ces séries marneuses. Le sommet sera dans les alluvions, sur environ 2 m.

Au point de vue géotechnique, on peut considérer deux ensembles : un premier supérieur, formé de roches peu cohérentes comprenant des sables, des graviers et des galets roulés. Une étude rapide de quelques carrières dans ces alluvions

nous a montré de fréquentes poches argileuses, et même par endroits des bancs de marnes très argileuses. De plus, les puits dans ces alluvions ne donnent rien. Il semble donc que cet ensemble peu cohérent soit peu perméable.

Le deuxième ensemble à la base, est formé par un sol marneux, pratiquement imperméable. Ces marnes ont donné au pénétromètre de poche des valeurs supérieures à 4 kg/cm2. C'est donc d'après la classification de K. Terzaghi, une marne extrêmement consistante.

La teneurs en eau naturelle dans cette zone sont assez élevées (We $\geq$ 25 %) du fait de la proximité du Coney et de sa nappe.

Près des zones aquifères, il se peut que sur une tranche de 50 à 60 cm, les marnes ne soient plus consistantes. En effet, on arrive à avoir des résistances à la compression simple de 0,5 à 1 kg/cm2, donc dans le voisinage des marnes molles.

Conséquences sur les travaux

Les terrassements seront assez faciles à réaliser dans ces niveaux peu cohérents, mais on peut craindre des éboulements lors du creusement de la tranchée, dans les zones supérieures.

Dans les niveaux alluvionnaires supérieurs, l'absence de cohérence entre les matériaux exigera, pour éviter des éboulements, l'étude de leur talus d'équilibre naturel, lui même étant fonction de leur granulométrie.

Dans les niveaux marneux, les pentes des talus ne seront pas élevées, le talus d'équilibre de ces formations étant de 6 %. Pour réaliser des tranchées avec les parois plus raides, il faudra aménager les talus par des murs de soutènement , afin d'enrayer tout glissement possible.

La probabilité des venues d'eau à la limite des alluvions et des marnes sous-jacentes exigera une protection particulière dans cette zone. Une étude des variations saisonnières de la nappe serait susceptible de fournir des indications sur le mode de protection pouvant être efficace.

2 - Tranchée de Demangevelle t 2

(planche IV, coupes 2 et 3)

Elle permet au canal de se maintenir à la cote 224.

Elle se développe depuis la base de l'élévateur de Basse Vaivre jusqu'au droit du village de Demangevelle. Longue de 2.860 m elle aura une profondeur maximum de 10 m et sera creusée en terrain relativement plat.

Géologie et géotechnique

Dans tout son parcours, elle sera ouverte dans les alluvions du Coney, du moins pour sa partie supérieure. Aucun sondage n'a été réalisé sur son tracé, mais nous pouvons penser qu'ici les alluvions ont sensiblement même épaisseur qu'à Corre. En effet, la vallée demeure assez large et un surcreusement de la rivière paraitrait peu probable dans ce secteur. Il faut donc compter sur 3 m d'alluvions.

Une faille F 3 la recoupe obliquement dans sa partie moyenne. Cet accident tectonique important, dont le rejet peut atteindre plus de 145 m, met en contact les marnes dolomitiques du Muschelkalk moyen avec les grès du Trias inférieur (sommet du grès intermédiaire).

Au point de vue géotechnique, le substratum est constitué par deux ensembles bien différents. La partie méridionale sera creusée dans les terrains marneux dont les caractéristiques sont identiques au substratum marneux de la tranchée de Corre. La partie orientale sera entièrement dans des terrains cohérents.

Conséquence sur les travaux

Les terrassements seront assez faciles dans la première partie de la tranchée. Dans la zone de passage de la faille, ils seront plus délicats : en effet, on pourra craindre des éboulements à la limite de ces terrains. De plus, ces zones sont en général broyées et leur tenue, pendant les travaux, peut être précaire.

La partie terminale verra des terrassements plus difficiles dans des terrains durs et très siliceux. Mais les nombreuses diaclases, affectant cet ensemble, faciliteront, dans une grande mesure, l'attaque de ces matériaux.

Les pentes à donner au talus seront différentes dans les niveaux marneux et dans les niveaux gréseux qui présentent, par rapport aux marnes, l'avantage d'être des roches cohérentes, pouvant conserver leur stabilité pour un talus pratiquement vertical.

Dans les zones marneuses, les parois ne devront jamais être très raides. Il serait prudent de leur donner une pente voisine de leur propre pente d'équilibre.

Il est à noter dans la région que les calcaires surmontant ces marnes sont souvent basculés et affectés de glissements parfois importants.

Ces marnes contiennent du gypse qui, sous l'action de l'eau, se dissout; il se crée un vide entrainant les blocs calcaires.

Des essais chimiques ont été entrepris afin de mesurer la teneur en sulfate de ces marnes. Les résultats obtenus furent négatifs pour les échantillons de surface ou sub-surface où le gypse ne se rencontre que sous forme de traces ($< 2\ \%$). Mais, lors du creusement, les marnes en profondeur peuvent donner des taux en sulfate nettement supérieurs. Et ceci sera à étudier pour les tranchées de grande profondeur (> 15 m). En effet, les échantillons traités au laboratoire ont du être délavés par les eaux de ruissellement.

D'une manière générale, le fruit à donner aux tranchées sera fonction de l'action de l'eau sur ces séries. Pour des talus peu importants, les glissements seront atténués.

Dans l'actuel canal de l'Est, les glissements dans la cuvette, s'observent dans les zones présentant des talus assez raides, alors que dans la zone du bief de partage, près de Girancourt, elle demeure assez stable. La cuvette est large et les fruits des talus sont peu importants.

Dans la partie orientale, cette tranchée admettra des talus plus raides. En effet, les grès massifs et cohérents présenteront un ensemble rigide, pouvant donner des parois stables pour des valeurs supérieures à 1/1. La verticalité ne devra jamais être atteinte; en effet, les diaclases affectant ces bancs délimitent de gros blocs facilitant ainsi l'érosion. Dans le cas de parois verticales, ces blocs s'ébouleront facilement par gravité.

Dans la zone de la faille, les parois devront être soutenues. La partie creusée dans les alluvions (3 m) aura des pentes très douces.

Les principales venues d'eau à craindre se situeront à la limite des alluvions et des terrains sous-jacents. Il faudra donc prévoir un drainage des eaux de la nappe durant les travaux.

Dans les grès, quelques suintements pourront se produire aux interbancs. Quelques diaclases pourront aussi débiter quelques filets d'eau de moindre importance.

Les grès, étant peu poreux, mais fissurés, peuvent permettre des circulations d'eau. Celles-ci seront réduites à des suintements sans conséquence dans la partie à l'air libre.

Dans la partie noyée, les fissures pourront être cause de fuites.

La zone entaillée dans les marnes donnera lieu aux mêmes remarques que pour la tranchée de Corre. De même que pour les eaux alluviales, l'étude entreprise dans la région de la nappe à Corre, devra s'étendre jusqu'à la Basse Vaivre.

3 - Tranchée du Bois de Charlemagne t 3

(planche IV , coupe 7)

Se développant à flanc d'un coteau, dont la pente ne semble pas excéder plus de 15 %, elle sera longue de 950 m, avec une profondeur maximum de 26 m.

Cadre géologique et géotechnique

Cette tranchée sera ouverte à sa partie supérieure dans des éboulis de pente, formés de gros blocs de grès, dont la stabilité semble douteuse. Le sondage S 74 réalisé dans sa partie Est, donnt la coupe suivante :

0,40	- Terre végétale
1,20	- Argile superficielle décomposée
2,10	- Eboulis de grès
3,70	- Argile bariolée "couches violettes"
10,00	- Eboulis de grès beige, emballés dans une marne bariolée

Le substratum en place doit se situer aux environs de 8,50 m, ce sont les marnes bariolées.

Le secteur est très faillé. Un accident (F 5) la recoupe en son milieu, déterminant deux compartiments:

- Le premier à l'Ouest de F 5 où, sous les éboulis, affleurent les grès intermédiaires.

- Le second à l'Est, traversé par le prolongement de F 1, décalée vers le Nord. Sous les formations superficielles, les grès intermédiaires sur les bords Nord de la tranchée et au Sud, les marnes bariolées affleureront.

La tranchée suivra, sur plus de 850 m, cette faille, dont le rejet important est voisin de 65 m.

Au point de vue géotechnique, les principales difficultés viendront de la stabilité des terrains dans cette zone.

On aura, d'Ouest en Est :

- Sur 450 m (zone A) : terrains instables formés d'éboulis sur 7 à 8 m, puis des roches cohérentes et stables.

- Sur 500 m (zone B) : terrains éboulueux dont la pente naturelle oscille entre 15 et 20 %, au-dessous desquels les parois Nord de la tranchée seront dans des terrains durs, ceux des parois Sud, dans des niveaux marneux.

Le radier du canal se trouvera à la limite de ces formations.

Etude de l'emplacement

Une campagne de sondages permettra de savoir avec certitude l'épaisseur des éboulis sur la totalité du secteur à creuser.

+ Dans la zone A : la stabilité des talus de la paroi Nord et le radier du canal sera assurée; en effet, les glissements ne sont pas à craindre pour cette partie de la tranchée ouverte dans des roches cohérentes, avec des talus modérés.

Les terrassements seront difficiles du fait de la nature abrasive des terrains.

Sur les parois Sud, la pente des talus devra être très faible, car ils seront taillés dans des éboulis, ce qui entrainera des terrassements plus importants. Des glissements pourront se produire dans ces talus, mais, de par la nature du substratum, ces derniers seront atténués par les forces de frottement intenses.

Pour plus de sécurité, ne connaissant pas le comportement de ces dépôts superficiels instables, dont l'équilibre

naturel sera rompu par la création de l'ouvrage, nous préconisons de construire le canal le plus profondément possible dans la montagne, afin que les talus de la tranchée soient creusés dans des terrains en place. Le cube des matériaux à extraire sera plus élevé, mais la stabilité de l'ouvrage ne sera plus à rechercher.

En effet, et ceci est valable pour toute la région Est, du canal, il sera impossible de prévoir quelles vont être les conséquences d'une surchage ou d'une décharge sur ces marnes dont l'équilibre a été acquis au cours de longues périodes et qui, par rupture, pourront évoluer d'une manière brusque et rapide.

Zone B : La stabilité des talus de la paroi Nord sera ici aussi stable que celle de la zone A.

La paroi S sera géologiquement une zone défavorable, en effet, les éboulis auront tendance à glisser sur leur substratum marneux et ce phénomène peut être accentué par des circulations d'eau, pouvant se situer à la limite grès - marnes, dans la zone de la faille.

Pour éviter ce secteur, particulièrement défavorable, il serait bon de construire l'ouvrage plus vers le Nord .

Ce tracé permettrait :
- d'éviter la faille (F 2)
- d'établir le canal dans les grès cohérents et stables

Les précautions, pour réaliser cette nouvelle tranchée, seraient alors les mêmes que celles prises pour le secteur A.

4 - Tranchée de la Fresse t 5

(Planche IV, coupes 12 et 13)

Longue de 550 mètres, pour une profondeur maximum de 12 m, elle se développera à flanc de coteau. Les pentes transversales ne sont pas importantes.

Cadre géologique et géotechnique

Elle sera ouverte dans des terrains horizontaux, formant la butte de la Fresse.

Les éboulis sont ici peu développés, mais sur le terrain en place, il est fréquent de trouver une argile superficielle décomposée, qui peut parfois atteindre jusqu'à 2,50 à 3 m.

Les terrains rencontrés, lors du creusement, seront dans la partie supérieure, composés par une alternance de bancs de grès très tendres et de marnes plastiques dans la partie inférieure par des grès argileux assez tendres.

Ces deux ensembles appartiennent au grès coquillier supérieur.

Etude de l'emplacement

Les terrassements seront assez faciles; l'alternance grès - marnes ne constituant pas en fait un terrain très cohérent, son attaque sera aisée. Il n'en sera pas de même pour les terrains de la partie inférieure qui peuvent présenter des niveaux de grès compacts très silicifiés. Mais ces niveaux durs sont intercalés avec des niveaux plus tendres constitués par un grès argileux, bien stratifié, ce qui facilitera leur attaque.

La stabilité des talus de cette tranchée ne pose pas de problème très particulier. La pente à donner devra être modérée et voisine de 1/1. Seule la partie formée par des alternances peut donner lieu à des éboulements durant les travaux. Elle devra être soutenue par des murs calculés en fonction des glissements probables.

Des venues d'eau sont à craindre à la limite des marnes et des grès, les alternances étant favorables aux infiltrations qui pourraient créer le glissement des berges et la dégradation des talus. Il sera donc nécessaire, pour éviter ces inconvénients, de drainer soigneusement toutes les sources situées plus haut que le niveau du plan d'eau.

Dans la partie aérienne de la tranchée, c'est à dire non mouillée par les eaux du canal, on devra ménager des talus en escalier, de manière à recevoir les blocs gréseux pouvant se détacher de la paroi, sous l'influence des agents atmosphériques.

5 - Tranchée de la RN 64 t 6
Tranchée du Bas de Rondey t 7

(Planche IV , coupe 16)

Ces deux tranchées ont été groupées, car elles présentent des caractères sensiblement analogues.

Toutes deux seront ouvertes sur tout leur parcours dans les bancs du grès coquillier.

Elles se développent à flanc de coteau, sur des pentes modérées. La première longue de 510 m aura un maximum de profondeur de 13 m, la deuxième, profonde de 18 m, se développera sur 1315 m.

Géologie et géotechnique

Situées dans un secteur relativement calme, seule t 6 verra son entrée Ouest traversée par une faille, de direction N-NW - S-SE, dont le rejet ne semble pas important et ne devant pas excéder 15 m. Elle met en contact des grès argileux cohérents avec des marnes. Elles seront creusées dans des grès argileux, donc au point de vue géotechnique, des roches cohérentes et stables. Ces tranchées, peu profondes, resteront sur toute leur hauteur dans ces ensembles.

Etude de l'emplacement

Les terrains seront assez faciles à terrasser. En effet, ces niveaux de grès argileux sont assez tendres, de plus des réseaux de diaclases faciliteront leur attaque.

Les talus pourront être assez élevés et légèrement supérieurs à 1/1. De toutes façons, il faudra assainir les parois des blocs instables qui pourront être assez importants dans les passages de niveaux plus tendres.

Pour F 6, le court passage (environ 60 m) dans les marnes, demandera des soutènements.

En effet, ces séries marneuses sont très plastiques. Elles présentent une forte [illegible] en eau naturelle qui semble aberrant aux valeurs trouvées pour ces mêmes séries. Ceci est du au fait que ces marnes sont en contact permanent avec des circulations d'eau issues d'un cône d'éboulis importants, en effet, sur le terrain, ces niveaux sont souvent très humides.

Ces fortes teneurs en eau doivent se cantonner dans la partie superficielle de ces couches qui sont pratiquement imperméables. Néanmoins l'ensemble ne doit pas avoir une grande cohésion. On pourra craindre des glissements bien que la pente soit modérée.

Le passage de la faille F 24 nécessitera très vraisemblablement de créer une tranchée aux parois plus évasées, purgées de blocs instables. Il faudra prévoir des soutènements au passage de cet accident qu'il sera bon de reconnaître par sondage., car il est impossible de dire q.'elle est l'épaisseur et la nature de la zone broyée.

De plus, cette faille, de direction N-S, doit servir de drain aux eaux d'infiltration s'écoulant depuis les versants. Les venues d'eau pourront être importantes lors du creusement. Il faudra donc étancher cette zone d'une manière rigoureuse.

Ces deux tranchées seront assez faciles à réaliser, mais la nature du terrain et la direction des accidents tectoniques qui l'affectent, nécessiteront une étanchéité de la cuvette. Le drainage des sources devra être réalisé avec soin.

6 - Tranchées de Thunimont t 8

(planche IV, coupe 17)

Ces tranchées, situées de part et d'autre du remblai, enjambant le ruisseau des Cailloux, seront assez courtes (envion 210 et 240 m), mais assez profondes, (plus de 28 m) pour permettre au canal de garder la cote 345.

Sur la rive gauche du ruisseau, elles entailleront la côte de Beauséjour alors que la tranchée rive droite entaillera le Bois de la Chatte.

Elles seront ouvertes dans des terrains relativement plats, jusqu'à la cote 360 qui marque une rupture de pente très importante. Au dessous de cette cote les pentes naturelles des talus sont très raides et recouvertes d'éboulis très instables dont l'épaisseur peut atteindre plus de 10 m.

Cette zone dangereuse interessera la tranchée de rive gauche sur une vingtaine de mètres dans sa partie terminale Ouest et celle de rive droite sur une même longueur, mais dans sa partie Ouest.

Géologie et géotechnique

Les terrains à creuser seront les mêmes pour ces deux tranchées. Ce seront des grès durs et siliceux des couches intermédiaires et le sommet du conglomérat principal. Donc des terrains très cohérents et stables.

La tête Ouest de la tranchée rive gauche sera traversée perpendiculairement par une faille N-S dont le rejet important est de l'ordre de 50 m. Cette faille s'accompagne d'une brèche mise en évidence vers Thunimont. Cette brèche dénote une minéralisation. Elle est formée par des éléments de grès et de galets du conglomérat principal, cimentés par de la barytine. On peut donc penser que la faille est minéralisée et que la zone broyée qui la limite a été recimentée. Sa tenue peut être acceptable.

Il serait bon de chercher, par sondage, le tracé de cet accident et de le suivre en profondeur

Conséquences sur les travaux

Les terrassements seront importants et assez difficiles à réaliser, mais ces assises dures auront un bon rendement à l'expbsif.

Pour les parties attaquées au-dessus de la cote 350 ils seront dangereux, la pente étant très très forte, il faudra craindre des éboulements.

Dans la majeure partie de la tranchée, les pentes du talus pourront être très élevées, tout en restant stables. Pour la tranchée de rive gauche, les 20 premiers mètres verront des talus à pente moins raide ou soutenus. En effet, la tête de cette tranchée se situe dans les grès coquilliers qui sont plus tendres et de ce fait moins cohérents. Le passage de la faille F 26 ne posera pas de problèmes spéciaux après décapage des blocs instables, les talus seront cohérents pour une pente moyenne.

Le radier du canal reposera pour la partie moyenne de la tranchée, sur les assises compactes du conglomérat, donc sur un radier excellent.

Dans les secteurs situés au-dessous de la cote 350, l'attaque de ces tranchées sera délicate. On peut déjà dire que, seule la stabilité des premiers mètres sera aléatoire et il faudra certainement étayer les parois. En effet, l'attaque étant ici perpendiculaire et non plus parallèle aux terrains éboulueux, seule une petite zone (4 à 5 m) sera très critique,

car les terrains cohérents et massifs en place doivent très vite être atteints.

Des venues d'eau seront à craindre à la limite du grès et du conglomérat, donc, presque au niveau du radier. Il est très fréquent de constater dans ces régions des sources situées à la limite de ces deux formations.

7 - Tranchée du Cruolet t 6

(planche IV)

Longue de 760 m, elle sera ouverte à flanc de coteau dans les grès intermédiaires. Les pentes naturelles des talus dépassent 20 %. Les terrassements dans cette zone seront difficiles, voire dangereux. Les éboulis sont épais

La partie supérieure de la tranchée admettra des talus très faibles avec des murs de soutènements. La partie inférieure ne posera pas de gros problèmes : profonde de 15 m maximum, son radier sera sur des grès durs et cohérents. La pente à donner au talus pourra être forte dans ces niveaux durs.

Son extrêmité Ouest peut poser quelques difficultés. Une faille F 26, de direction E-W peut couper son tracé. Cet accident, dont le rejeu est minime devra être recherché avec soin sous les éboulis. Mais dans la mesure où cette faille recoupe la tranchée, son incidence sur les travaux ne sera pas dangereuse; en effet, elle décale simplement des séries de même nature; seule une petite zone broyée peut matérialiser son parcours. Les précautions à prendre seront du même ordre que pour les tranchées précédentes.

8 - Tranchée de St Léger t 10 (planche IV, coupe 20)

Cette tranchée, longue de 730 m et profonde de 11 m maximum sera ouverte dans des grès cohérents et très siliceux des couches intermédiaires dont le pendage est sub-horizontal. Les terrains relativement plats ne seront recouverts que d'une mince couche d'éboulis et de terrains instables.

Elle admettra des talus très raides sur tout son parcours. Les terrassements seront difficiles, mais la stabilité des talus et du radier du canal, dans ces formations, sera excellente. De part la nature des terrains, la cuvette du canal devra être rendue étanche.

9 - Tranchée des Brille t 11

(planche IV , coupe 22)

D'une profondeur maxima de 15 m, longue de 405 m, elle sera ouverte dans tout son parcours dans le grès argileux.

Les terrassements seront assez faciles, mais le problème principal est la stabilité des talus dans ces séries. En effet, ces assises se présentent très souvent sous la forme d'une alternance de niveaux tendres et peu cohérents avec des grès en plaquettes, très argileux, et des niveaux durs et siliceux.

Des marnes, sous forme de lits plus ou moins épais peuvent apparaitre dans ces séries.

D'une manière générale, les pentes à donner aux talus devront être modérées.

Il serait bon de prévoir une tranchée en gradin, avec des pentes très faibles pour les niveaux tendres et plus accentuées au passage des niveaux durs.

Les venues d'eau peuvent être fréquentes, il sera bon de prévoir un drainage des sources et à une hauteur supérieure à la cote maxima de la tranchée.

Lors des travaux, il faudra étayer les parois pour éviter les éboulements.

10 - Tranchée du bief de partage - Girancourt t 12

(planche IV, coupes 24 à 26)

C'est la plus longue tranchée du projet (5475 m). Pour permettre au canal de se maintenir à la cote 345, elle aura un maximum de profondeur de 19 m. La cote du canal a été choisie en fonction de ce passage. Elle sera ouverte sur la majeure partie de son parcours dans des terrains plats.

Géologie et géotechnique

Du point de vue géologique, on peut distinguer trois secteurs (limités) par des failles sensiblement E-W. Ce sont, en allant du Sud vers le Nord :

- Le secteur A est limité au Nord par la faille F 32. Les terrains à creuser dans cette partie iront des assises du Trias inférieur aux marnes bariolées.

Deux sondages ont été réalisés sur son parcours. Ce sont S 28 et S 27.

Sondage S 28

0,00	- Terre végétale avec sable grisâtre à jaunâtre, argileux et gréseux.
1,80	- Sable gris argileux, avec intercalations de grès et d'argile grisâtre.
4,70	- Marnes gris verdâtre, micacées, sableuses
5,80	- Grès grisâtres, compacts, argileux à la base
7,00	- Grès grisâtres, compacts, pendage sub-horizontal
8,00	- Marnes jaunes, plastiques
10,40	- Grès grossier, lie de vin
10,80	- Grès rose, avec intercalations d'argile jaunâtre
11,65	- Grès rouge, légèrement fissuré
12,70	- Grès compact rouge (de 12,70 à 14,00, passage très grossier.
16,00	

Sondage S 27

0,00	
0,75	- Terre végétale
1,90	- Eboulis superficiels grès + marnes jaunes par altération
3,50	- Marnes rouges passant progressivement à un grès rouge fin, puis marnes rouges
7,20	- Grès bigarré
8,28	- Marnes rouges à jaunâtres, fortement micacées, petites passées gréseuses
9,60	- Grès jaunâtres, ferrugineux, par altération
10,60	- Marnes bariolées, schisteuses, micacées, rouges à jaunes, empreintes végétales
12,10	- Marnes schisteuses, gris bleuâtre
19,90	- Passage plastique.(Oxydation ocreuses) très sableux
15,00	- Grès grossier, argileux, tendre et très micacé, empreintes végétales

Cette tranchée, longue de 1100 m sera ouverte, dans sa partie avale, sur 320 m dans l'alternance du grès à Voltzia; et sur le restant du parcours, dans le grès argileux.

Le radier du canal, se situant à une profondeur moyenne d'environ 5 m et 15 m au maximum, reposera sur des assises différentes.

Dans les premiers 300 m, il sera sur des assises dures et compactes de la haute masse, puis sur environ 150 m, dans l'alternance du grès à Voltzia, pour rester ensuite dans le grès coquillier argileux. Dans les parties les plus profondes (16 m) le grès dur et siliceux sera atteint.

- Le secteur B est limité par la faille F 33. Il sera dans toute son étendue dans les marnes bariolées.

Deux sondages ont été réalisés sur son parcours :

Sondage S 24

0,00 – 0,50 - Terre végétale
0,50 – 4,10 - Marnes plastiques grises
4,10 – 8,20 - Marnes grises, emballant des cailloux et plaquettes de dolomie cristallisée.
8,20 – 10,00 - Marnes grises, avec sable dolomitique
10,00 – 13,40 - Marnes grises et cailloux de calcaire sublithographique
13,40 – 14,20 - Marnes grises plastiques
14,20 – 18,20 - Marnes grises, à cassure conchoïdale, alternant avec des passages siliceux et plastiques
18,20 – 20,00 - Marnes bariolées sombres

Sondage S 25

0,00 – 0,80 - Terre végétale
0,80 – 1,80 - Argile jaune, plus ou moins sableuse
1,80 – 4,20 - Marnes bariolées
4,20 – 15,00 - Marnes bariolées (rouges surtout), alternance de marnes schisteuses et plastiques. Présence de micas, à certains niveaux.

La tranchée, dans ce secteur, longue de 3000 m environ, sera ouverte dans tout son parcours, tant en surface qu'en profondeur, dans des marnes.

Le radier du canal reposera sur ces mêmes assises.

- Le secteur C est situé au N de F 33. Il verra son tracé dans les calcaires coquilliers

Le sondage S 23 bis, nous donne une coupe exacte des terrains à creuser.

0,00 - Terre végétale jaunâtre, ocre, avec des intercalations de calcaire dur
3,20 - Calcaire très dur, avec des intercalations d'argile jaunâtre
6,70 - Argile brunâtre, avec des intercalations de calcaire dur
10,00 - Calcaire dur
20,30 - Argile rougeâtre, brunâtre
21,80 - Calcaire dur, très fissuré, avec des intercalations d'argiles jaunâtres
23,60 - Calcaire dur, très fracturé
26,50 - Argile rougeâtre, à jaunâtre, avec petites intercalations de calcaire dur
27,70 - Calcaire compact, dur, avec des intercalations d'argile grisâtre sableuse et sables gris
30,30 - Calcaire très fissuré, devenant tendre et friable, argile jaune
31,20 - Calcaire tendre, grisâtre à jaunâtre
38,00 - Calcaire grisâtre, tendre à dur, avec passage très fracturé

Long de 1400 m, ce secteur sera creusé en surface dans les calcaires cohérents, assez durs.

Mais on peut dire, qu'en profondeur, on passera très vite à une alternance calcaire - marnes, à dominance calcaire avec 35 % de marnes.

Les calcaires sont plus tendres et plus fissurés.
Au delà de 25 m, les caractères de l'alternance sont plus marqués, avec des pourcentages analogues pour les marnes et les calcaires.

On peut déjà prévoir, d'après le sondage S 23 bis quelles vont être les venues d'eau situées à la limite des calcaires et marnes. Les niveaux des sources se trouveront à 6,70, 20,30 et 25,10 m.

En outre, la partie la plus calcaire, étant fissurée, peut donner lieu à des circulations localisées du type karstique.

Conséquences sur les travaux

Secteur A

Creusés dans les grès argileux et alternances grès - marnes, les terrassements ne poseront pas de gros problèmes. Il faudra néanmoins craindre des éboulements de talus dans les passages de grès tendres.

Dans la mesure où elles ne seront pas revêtues, les parois de la tranchée devront être modérées. En effet, les marnes relevées dans ce secteur sont très micacées et l'on pourra avoir des glissements qui seront accentués par les circulations d'eau dans les grès. Dans la mesure où ces talus devront avoir un fruit assez élevé, il serait bon de prévoir des murs de soutènement. Les venues d'eau devront être écartées pour éviter les gonflements et les poussées de terre, contre ces parois de soutènement.

Le secteur creusé dans les grès argileux sera assez stable pour des talus modérés (1/1).

Le radier du canal dans ce secteur sera stable car il reposera sur des grès cohérents indéformables.

Le passage de la faille F 32 ne donnera pas lieu à de très grosses complications. Cét accident ne doit pas s'accompagner d'une zone broyée épaisse, mais il faudra étudier les venues d'eau dans ce passage car cette faille peut servir de drain.

Secteur B

Le terrassement dans ces niveaux marneux sera très rapide et facile. L'emploi d'une pelle mécanique devrait suffire pour attaquer ces matériaux.

Cette partie de tranchée sera ouverte dans des marnes possédant des propriétés physiques et mécaniques qui varient avec la profondeur.

De plus, ces terrains sont loin d'être homogènes. La présence de micas à divers niveaux (S 26) et l'alternance de passées schisteuses et plastiques, doivent retenir l'attention des constructeurs.

Ces passages plus plastiques dénotent une forte teneur d'argile. Il faudra craindre des glissements à ces niveaux pour des talus trop forts.

Ces séries argilo-marneuses contiennent très souvent des intercalations de bancs peu épais de grès dolomitiques.

Ils sont beaucoup moins marqués à Girancourt qu'à Passavant, mais le sondage 24 bis a rencontré, à une profondeur de 8 m, un banc de sable dolomitique, représentant un niveau fortement aquifère.

L'existence de ces couches moins imperméables que le reste du terrain pourra déterminer des bancs de suintement, le long desquels la circulation des eaux provoquera la formation de plans de clivage très glissants. Le décollement des talus sera alors très rapide.

Une étude plus précise devra être entreprise afin de déceler les niveaux franchement argileux et les bancs de grès, à une profondeur suffisante. Les courbes granulométriques (cf.pl.IX) qui donnent un faible pourcentage en éléments argileux en surface pourraient montrer, pour des échantillons profonds, des histogrammes plus prononcés dans la fraction argileuse.

Ces marnes sont très certainement sensibles, leur pente naturelle est voisine de 6 %. On ne pourra donc pas saluter en gardant la pente naturelle de ces séries, les tranchées devront être soutenues. Dans les séries bien drainées, ces soutènements seront efficaces, mais dans les parties humides (nappe alluviale) on devra tenir compte des gonflements et poussées des terres dans ces niveaux.

Le passage de la faille F 33 sera plus délicat. Cet accident semble s'accompagner d'une zone fracturée. Le sondage S 24, situé à proximité de cette faille, montre des blocs de calcaires emballés dans des marnes. Sur un court passage, les parois de la tranchée devront être purgées des blocs instables et cette zone, comme pour la faille F 32, devra être étanchée.

Secteur C

Les terrassements dans ce secteur occupé par les calcaires exigeront des explosifs.

Dans les parties franchement calcaires, les talus seront stables pour des pentes assez raides (5/1). Les passages marneux admettront des pentes plus douces. Dans la mesure où les talus ne sont pas revêtus, le profil de la tranchée pourra être en gradins.

Dans les parties profondes, au-dessous de 20 m, la nature diaclasée des éléments calcaires et la fréquence des alternances nécessiteront des soutènements importants.

Toutes précautions doivent être prises en raison des venues d'eau signalées plus haut.

11 - Tranchée de Bocquegney t 13

(planche IV, coupe 29,30)

Longue de 2410 m et d'une profondeur de 15 m, elle sera ouverte dans les séries de la Lettenkohle.

Cette tranchée creusée à flanc de coteau, dans des terrains présentant un pendage de 7 à 10° sera partagée en deux secteurs par un court passage en remblai.

Géologie et géotechnique

Deux sondages ont été réalisés sur son parcours. Ce sont S 15, déjà cité dans le chapitre II (cf. p. 68) et S 16.

Sondage S 16

0,00
0,40 - Terre végétale
2,30 - Argile jaunâtre à brunâtre
- Marnes schisteuses, noirâtres, à intercalations
4,60 - Marnes bariolées, sombres (violettes- vertes)
Marnes schisteuses gris foncé, quelques passages plastiques
9,06 - Calcaires gris, très durs, lithographiques
9,25 - Marno-calcaires dolomitiques, blancs, jaunâtres.
couche d'argile à 9,00 et 11,00
Faciès crayeux de 14,00 à 15,00
15,00

Dans sa partie terminale, vers Formeroy, elle sera recoupée par une faille F 34 mettant en contact les séries de base de la Lettenkohle avec les marnes bariolées. Cet accident important admet plus de 60 m de rejet. A l'Ouest de cette faille, les terrains sont formés par les marnes bariolées et les calcaires du Trias moyen.

Au point de vue géotechnique, on peut dire que dans sa majeure partie, elle sera creusée dans ces marnes schisteuses noires se délitant en plaquettes. Pour avoir une idée de la tenue de ces terrains, une coupe peut être relevée le long de la route menant à Bocquegney. Ces séries sont très friables et leur tenue, en tranchée, doit être médiocre.

Après la faille F 34, la tranchée ne développera sur une courte distance dans les marnes plastiques pour se terminer dans les assises de calcaires compacts.

Conséquences sur les travaux

Le tracé, comme il a été prévu, offrira des difficultés de stabilité des talus. Les terrassements seront assez faciles, seule l'attaque des calcaires massifs en fin de tranchée nécessitera des explosifs.

Dans la majeure partie, sur environ 1950 m, les talus seront réalisés dans des marnes schisteuses. Ces terrains ne sont pas cohérents, de plus des passées plus plastiques viennent se mêler à cet ensemble. Les séries moins consistantes auront tendance à glisser. Les glissements seront accentués en raison de l'inclinaison des couches qui présentent un pendage vers le NW de l'ordre de 7 à 10°.

Pour réaliser des talus stables, il faudrait que la tranchée présente dans cette zone une allure très évasée, ce qui entrainerait des terrassements très importants, ou bien on garderait un fruit assez élevé, en maintenant des murs de soutènements calculés en fonction des glissements possibles.

La partie ouverte à l'W de F 28 ne doit pas donner lieu à des complications importantes. Les dispositions prises pour les secteurs B et C de la tranchée de Girancourt devront être appliquées ici.

Les talus dans les calcaires compacts pourront avoir une pente assez raide tout en restant très stables.

- La première partie de cette tranchée ouverte à flanc de coteau, dans des marnes pouvant glisser par simple gravité demeure dangereuse. Aussi, nous a-t-il semblé intéressant d'examiner si un autre tracé ne pourrait pas être adopté.

Le canal pourrait se développer au Nord de Bocquegney. Les grandes lignes de cet aménagement seraient les suivantes:

. Un passage en remblai, sur environ 600 m, pour franchir le "ruisseau de Julot" jusqu'à la cote 345. Etabli dans des terrains relativement plats, sur une hauteur de 8 m, ce remblai ne poserait pas de problèmes spéciaux.

. Une grande tranchée de 1900 m pour une profondeur maximum de 25 m, qui sera entaillée sur la colline du Bois de Ravenel dans des calcaires durs et cohérents du Muschelkalk inférieur.

Les terrassements y seront plus difficiles mais la stabilité de l'ouvrage sera assurée pour des talus présentant des pentes assez raides.

Le nouveau tracé sera légèrement plus long. Il est figuré en pointillé sur la planche IV.

UTILISATION DES MATERIAUX DEBLAYES

Le cube des matériaux à extraire pour réaliser les tranchées est de 23 millions de m3, les remblais demanderont pour leur établissement 15 millions de m3. On peut déjà voir que le projet est cohérent et que l'équilibre remblais - déblais est atteint. Dans la mesure où ces terrains seront convenables l'ouverture de carrières sera inutile. De plus, il est à noter que les grands remblais du projet seront à proximité des zones de déblai importantes. Ils seront donc économiques.

Les matériaux déblayés seront très différents et auront de ce fait une vocation bien précise, on peut distinguer:

Matériaux d'enrochement :

Ce seront les grès compacts, les conglomérats, les calcaires francs. Ils pourront servir à établir les remblais du type A. Les éboulis, lorsqu'ils sont formés par des blocs de grès, pourront rentrer dans cette catégorie.

Matériaux argilo-marneux :

Pourront renter dans cette catégorie toutes les marnes d'âge différent, mais de granulométrie sensiblement analogue. Elles pourront être très certainement compactées pour la réalisation de digues étanches ou bien de noyaux imperméables.

Pour les grès argileux friables et les calcaires argileux tendres, le problème sera de savoir si ces terrains sont assez cohérents. Dans la mesure où ces terrains s'effriteraient trop, il serait dangereux de les intégrer dans un remblai. Les grès argileux se désagrègant en sable, conduiraient à des affaissements importants.

Les alluvions, lorsqu'elles sont formées de galets pourront aussi servir, mais il faudra procéder à un tamisage et un lavage, afin d'y enlever les fractions argilo-sableuses.

Les alternances pourront, après fractionnement, être utilisées. Cela sera possible lorsque les bancs alternant seront assez épais.

*
* *

III - LES REMBLAIS

Les passages en remblais étudiés seront définis dans le tableau suivant, qui en rappelle la localisation, les dimensions, ainsi que la catégorie des terrains de fondation.

Nous les avons divisés en deux grands types :

A - groupant les remblais établis dans les vallées et permettant de franchir le thalweg d'une rivière

B - ceux établis à flanc de coteau, qui permettent au canal de se développer à la cote 345.

Noms . Type	Notation sur la carte	Longueur en mètres	Hauteur max. mètres	Terrain de fondation
Mourillon B	R_1	525	10	Eboulis - grès compact
Grand Bois B	R_2	1080	15	Eboulis
Bon Vin A	R_3	800	35	Alluvions - grès
La Fresse A	R_4	917	17	Grès argileux
Hautmougey B	R_5	12[illegible]0	15	Alluvions - Eboulis
Rouet A	R_6	845	21	Alluvions - grès cohérent
Thunimont A	R_8	280	45	Alluvions - socle
Pont Tremblant B	R_9	705	30	Alluvions
Rochette A	R_{12}	1270	30	Grès cohérent Alternance
Queue du Barrois A	R_{13}	1250	35	Grès cohérent Alternance
Etang de la Volière B	$R_{13'}$	590	11	Eboulis - grès
Fond de Bruo B	R_{14}	780	21	Eboulis-grès
Thiélouse A	R_{15}	360	19	Grès cohérent
Adoncourt B	R_{16}	1270	10	Alluvions - Eboulis calcaires
Rognon B	R_{17}	940	7	Calcaires
Pont de l'étang B	R_{18}	700	12	Calcaires
Avièvre A	R_{19}	1350	30	Alluvions - calcaire

Remblais du type A

Ils seront assez faciles à réaliser, en effet, posés sur un sol relativement plat, ils s'encastreront dans les flancs du thalweg qu'ils franchiront.

D'une manière générale, il faudra toujours décaper les sols superficiels, naturels, insuffisamment résistants, avant de mettre en place les remblais proprement dits.

De plus, un drainage des flancs de la vallée devra être réalisé à une cote suffisante pour que les eaux soient ramenées dans le canal afin d'apporter un appoint d'eau supplémentaire, ce qui diminuerait la valeur du ruissellement dans la partie profonde du thalweg.

Il faudra aménager sous remblai des ouvrages assez importants, afin que l'écoulement naturel et le ruissellement des cours d'eau ne soient pas perturbés et puissent franchir le canal.

Ces remblais, se trouvant le plus souvent dans des fonds de vallées, il faudra connaitre la profondeur, la granulométrie et les caractéristiques physiques des dépôts alluviaux reposant sur le bed-rock.

Si ces alluvions sont épaisses, elles pourront recevoir le remblai, sans autre décapage que celui des terres végétales, dans la mesure où leur granulométrie le permet.

Par contre, s'il s'agit d'un mince placage, on aura parfois intérêt à les enlever pour asseoir l'ouvrage sur le bed-rock

Dans les deux cas, une étude hydrologique pourra avoir un intérêt si les nappes alluviales sont susceptibles de présenter des variations en raison des perturbations causées par l'implantation des ouvrages.

Remblai du ruisseau du Bon Vin R_3

(x = 340,1 ; y = 884,7)

Etabli dans une vallée étroite, il aura, comme substratum, soit le socle granitique qui affleure plus à l'aval, soit déjà les assises dures et cohérentes du conglomérat et du grès, donc un terrain rigide.

Une faille (F 15) de direction N-S, le recoupe en son milieu. Elle est masquée par des alluvions récentes et doit s'amortir en profondeur, n'affectant plus que les grès.

Les formations superficielles ne seront pas très importantes. Ce ruisseau, de caractère torrentiel, coule dans une vallée très étroite. Il faudre craindre que leur épaisseur soit relativement grande sur la rive gauche, où les formations s'étalent, mais le grès compact doit se trouver à moins de 2,50 m.

Les appuis des bords Ouest et Est seront bons, les formations d'éboulis et de terre superficielle seront peu importantes et leur épaisseur réduite permettra un décapage préalable.

Remblai du Rouet R_6

(x = 344,5 ; y = 890,1)

Implanté dans une plaine assez large, il sera facile à réaliser, les appuis constitués par des grès cohérents seront excellents. Dans le fond de la vallée se posera le problème des alluvions.

Si celles-ci devaient être décapées, on aurait comme substratum les grès cohérents et stables des couches intermédiaires.

Remblai de Thunimont R_8

(x = 346,3 ; y = 893)

Franchissant la vallée du ruisseau des Cailloux, ce remblai de 45 m de hauteur posera un certain nombre de problèmes assez délicats.

La pente du thalweg est ici très raide, de plus elle est occupée par un épandage d'éboulis et terrains altérés très importants. Les sondages réalisés sur le tracé du canal nous permettent d'avoir une idée exacte de ces terrains superficiels instables.

Le sondage S 40 situé sur la rive droite, montre sur le socle cristallin (granite) qui affleure à 12,50 m, une arène de plus de 7,50 m d'épaisseur reposant sur des terrains très diaclasés.

Le sondage S 39, situé lui en rive gauche, indique une épaisse formation d'éboulis formée de sables, de blocs et de galets, pouvant atteindre plus de 8 m.

Du fait de la forte pente naturelle des talus, il serait donc très dangereux de terrasser dans cette zone.

Les glissements seront inévitables, de plus il existe au sein de ces formations des circulations d'eau. La plus importante doit se situer au sommet du socle granitique (Dans la région de nombreuses sources sont captées à ce niveau). Ces venues d'eau, très difficilement drainables, accentueront les glissements.

Dans la mesure où le site est conservé, il faudra, si possible, établir le remblai perpendiculairement au thalweg. Ceci pour éviter les glissements qui se feront suivant la ligne de plus grande pente. Il faudra que l'ouvrage soit transversal à la vallée.

De plus, pour éviter les circulations sous l'ouvrage, il faudra commencer le remblai dans sa partie profonde par des gros blocs et graviers, afin de permettre aux eaux d'infiltration de s'écouler.

Mais il nous semble qu'une nouvelle campagne de sondages devra être entreprise afin de déterminer un site plus favorable.

Le nouvel emplacement pourra être choisi plus à l'Ouest, là où la vallée est plus large. Les terrassements seront certes plus importants, mais la pente naturelle des talus est moins raide et de ce fait les formations éboulueuses instables seront peut-être moins épaisses.

Remblai du Pont Tremblant R_9

(x = 348,2 ; y = 893,4)

Aucun problème ne se pose au sujet de cet ouvrage. D'une épaisseur maximum de 40 m. mais assez large, il pourra être très stable.

Les appuis sont constitués par des conglomérats durs et très silicifiés et les couches de grès très cohérents. La pente est relativement douce et les éboulis sont peu nombreux.

Il faudra craindre sous les alluvions du ruisseau de Faucogney une zone altérée pouvant atteindre plus d'un mètre qui marque généralement le sommet de ces conglomérats.

Ces formations étant peu épaisses, il serait bon de les enlever systématiquement afin d'asseoir le remblai sur la roche saine.

Le sondage S 37, situé au Nord du remblai projeté, dans la plaine alluviale du Coney, indique un dépôt superficiel

de 3 m environ. Il serait donc peu probable qu'un petit ruisseau ait donné à cet endroit un dépôt plus important.

Remblai de la Rochotte R_{12} (x = 349,9 ; y = 894,2)
Remblai de la Queue du Barrois R_{13} (x = 351 ; y = 895,7)
Remblai de Thiélouse R_{15} (x = 352,3 ; y = 896,6)

Ces trois remblais ont été groupés car ils présentent les mêmes caractéristiques. Ils franchiront de petites vallées entaillées dans les formations du grès à Voltzia.

On peut dire que sur une mince couche d'alluvions, le substratum sera constitué par les grès compacts et très cohérents de la "Haute Masse", donc un radier indéformable et dur.

Les appuis seront constitués soit par des grès compacts, soit par une alternance de grès et marnes. L'ouvrage devra s'encastrer en marche d'escalier afin d'éviter les glissements des bancs, les uns sur les autres, ainsi que les tassements différentiels.

La pente à donner au talus devra être modérée, voisine de 2/1. Il faudra assainir les berges des rives et procéder à un drainage des circulations d'eau pouvant se produire au contact grès - marnes.

Remblai de l'Avièvre R_{19}
(x = 368,5 ; y = 900,1)

Il aura plus de 30 m de profondeur et permettra au canal de franchir l'Avièvre en amont du village d'Oncourt.

Les problèmes qui se poseront pour son établissement seront les mêmes que pour tous les remblais du type A.

Etabli dans sa majeure partie sur des alluvions, il s'agira de connaitre l'épaisseur de ces dépôts. Un sondage placé dans la vallée et atteignant le bed-rock, constitué ici par les calcaires du Muschelkalk moyen, permettra d'avoir une bonne coupe. On pourra vérifier s'il n'existe pas, dans ces dépôts superficiels des mouvements d'eau souterrains qui pourraient, pour des ouvrages assez lourds, créer des tassements différentiels. Dans la mesure où ces circulations sont importantes, il faudra drainer la masse des alluvions avant même l'établissement de l'ouvrage.

Le radier sous les alluvions est rigide, car constitué par un bed-rock calcaire.

Les appuis sur les berges seront constitués par un calcaire diaclasé et fissuré par endroits. Il faudra soigneusement les décaper. Le déroctage devra aller jusqu'à une diaclase naturelle. De plus la pente des talus devra être modérée.

Dans ces calcaires fissurés alternant avec des passées marneuses, des venues d'eau sont à prévoir. Pour les éviter, il sera bon de drainer latéralement les appuis et de procéder à une étanchéité complète de cette zone.

Remblais du type B

Ils seront établis à flanc de coteau, et leur réalisation sera difficile. En effet, ils reposeront le plus souvent sur des pentes occupées par des éboulis. La surcharge de ces dépôts de couverture tendra à rompre leur équilibre naturel et on assistera à des glissements qui seront certains, lorsque le substratum sur lequel repose les éboulis sera marneux. Dans le cas où ce dernier est gréseux, les glissements seront plus lents et moins marqués.

Remblai du Mourillon R_1

(x = 339,9 ; y = 881,8)

Le sondage S 73, réalisé sur son tracé, montre une épaisseur d'éboulis supérieure à 5 m. Sous ces formations affleurent les marnes de l'argile limite, donc un bed-rock assez rigide, mais qui aura une tendance à glisser, d'autant plus marquée qu'il y aura davantage d'humidité.
Il faut noter que le sommet de ces marnes est arqué par un niveau de sources, des circulations d'eau se manifesteront dans les éboulis accentuant ainsi leur glissement.

Le site est donc impropre à l'implantation d'un remblai. Pour éviter cette zone où les terrassements seraient trop dangereux, il serait avantageux de rectifier le tracé.

En déplaçant le canal vers le Nord, en suivant de près la courbe 350, celui-ci serait alors creusé en tranchée dans le grès coquillier, en modérant la pente à donner au talus, les éboulis seraient moins gênants et la stabilité de l'ouvrage assurée.

Dans ce nouveau parcours, un petit remblai, (moins de 5 m) serait nécessaire pour franchir le thalweg du ruisseau du Mourillon ; des glissements à ce niveau, dans les grès doivent être très peu prononcés.

Remblai de la Fresse R_4

(x = 340,4 ; y = 886)

Situé sur un terrain à pente modérée, il sera posé sur des marnes assez dures et très consistantes.

Sa partie occidentale sera coupée par une faille (F 16) dont le rejeu est peu important, mais qui met en contact deux formations de propriétés mécaniques différentes : des grès argileux et des marnes. Des tassements et glissements différentiels légers pourront se manifester au passage de cet accident.

D'autre part, les formations superficielles qu'il faudra décaper seront plus importantes sur les grès où elles peuvent atteindre jusqu'à 45 cm.

Les abords du remblai, en particulier la partie amont, devront être soigneusement drainés afin qu'aucune circulation d'eau ne vienne dégrader l'assise marneuse.

Remblai d'Hautmougey R_5

Etabli sur un terrain relativement plat, il posera certains problèmes délicats.

Le secteur est extrêmement faillé, deux accidents (F 18 et F 23) affectent le substratum sur lequel il sera posé. De plus les terrains sont masqués tantôt par des éboulis de pente, tantôt par des placages de terrains alluviaux.

Il sera bon d'effectuer des sondages pour reconnaitre l'épaisseur des formations superficielles et identifier aussi exactement que possible le point de passage des accidents.

On peut penser que dans sa moitié Ouest, le remblai sera posé sur des grès cohérents et indéformables et sur l'autre moitié sur des marnes.

Ces dernières sont plastiques et de consistance moyenne (0,8). Elles ont une teneur en eau élevée, supérieure à 23 %. Toutefois, l'échantillon étudié est assez superficiel et il sera bon de procéder à de nouveaux essais pour voir si les résultats obtenus ne résultent pas d'une humidité et altération superficielle liées aux conditions de prélèvement.

Remblai de l'Etang de la Volière R_{13}
(x = 352,0 ; y = 895,9)
Remblai du Fond de Bruo R_{14}
(x = 352,1 ; y = 897,2)

Comme il a été signalé dans la description générale du tracé, cette zone dont les talus naturels accusent une pente de 20 %, sera très délicate. Les remblais R_{13} et R_{14} établis à flanc de coteau seront peu stables et pourront glisser du fait de la pente assez raide.

Une série de sondages et d'essais mécaniques seront nécessaires afin de bien connaitre l'épaisseur et la tenue des dépôts superficiels.

C'est seulement en possession de ces résultats que l'on pourra dire si le projet de remblai peut être maintenu ou bien s'il ne vaut pas mieux choisir un tracé plus à l'Ouest, le canal pouvant alors être en tranchée.

Remblai d'Adoncourt R_{16}
(x = 60,8 ; y = 894,1)

Le tracé de ce remblai, long de 1270 m, comme il a été prévu dans le projet initial, affrira des difficultés de stabilité.

En effet, il reposera, dans sa partie Ouest, sur des alluvions et éboulis ; le sondage S 22, implanté dans cette zone montre :

0,00
1,00 - Terre végétale
- Pierraille de calcaires coquilliers emballée dans de l'argile jaune
3,20
3,60 - Calcaire à Entroques (blocs ?)
7,25 - Argile jaune emballant des blocs de calcaires
10,00 - Marnes dolomitiques et plastiques

Ces terrains, non en place, n'offriront pas assez de garantie de stabilité pour réaliser l'ouvrage. Des venues d'eau issues des bancs calcaires sus-jacents, viendront détériorer ce substratum et sous l'effet de la masse du remblai, celui-ci aura tendance à glisser.

Pour éviter cette zone dangereuse, nous préconisons de déplacer le canal vers l'Est.

Ce nouveau tracé conduirait à établir l'ouvrage en tranchée sur environ 300 m à la suite de la grande tranchée de Girancourt. Elle serait ouverte dans les calcaires compacts et aurait des talus stables. Le canal se développerait entre la cote 345 et 350., puis il reprendrait le tracé prévu dans la partie Nord. Il serait alors en remblai, mais seulement réalisé sur des calcaires.

Remblai du Rognon R_{17}
(x = 62,8 ; y = 894,2)
Remblai du Pont de l'Etang R_{18}
(x = 67,3 ; y = 898,3)

Situés dans une zone relativement calme, ils seront très faciles à réaliser.

Les sondages (S 9 et S 10) et S 11 permettent de dire, avec certitude, que le substratum sur lequel ils seront posés, est sain et cohérent. Ce seront soit des marnes dures et très consistantes, soit des calcaires francs et cohérents.

La zone altérée à décaper est peu importante et jamais supérieure à 2 m.

Au passage des marnes et des calcaires, il faudra prévoir un léger tassement différentiel. Leur limite peut être une zone aquifère, il sera bon d'y remédier en établissant un drainage le long des ouvrages.

PARTIE OUEST DU PROJET

De nombreux sondages ont été entrepris dans cette zone où le canal se développera en profil mixte, c'est à dire demi-remblai, demi-déblai. Ils ont permis de mettre en évidence un certain nombre de difficultés.

Bien que la topographie soit assez peu accidentée, la partie du bief de Nomexy aux étangs de Corbé, donnera lieu à quelques problèmes quant à la stabilité des talus. Les terrassements se feront dans une zone d'éboulis de pente dont le substratum est formé par une alternance de calcaires et de marnes avec de nombreuses sources.

Il sera bon de capter soigneusement toutes les sources se trouvant au dessus du canal.

Les pertes d'eau dans ces terrains peuvent être importantes et il sera prudent de prévoir une étanchéité de la cuvette dans cette zone.

*

* *

IV - LES OUVRAGES D'ART

A - Ecluse de Corre

Située dans la plaine alluviale du Coney, elle permettra de gagner la Saône.

Hauteur de chute : 4,00 m
Altitude des fondations : 212,00 - 225,50

Les fouilles auront une dizaine de mètres de profondeur et le canal sera construit en remblai vers la sortie Est.

La géologie de ce secteur est assez simple, le sondage 76, situé à la sortie Est, nous permet d'avoir une bonne coupe.

0,00
0,40 - Terre végétale
1,30 - Argile superficielle
4,05 - Alluvions
10,00 - Marnes grises dolomitiques

Etude de l'emplacement

Le sondage 76 permet d'affirmer que l'on se trouve sur des marnes , après 4 m d'alluvions.

Ces marnes représentent le sommet des séries décrites sur le plateau de Passavant. Ce sont des marnes litées, parfois schisteuses; d'une consistance voisine de l'unité, elles caractérisent des terrains durs.

Mais, comme il a été signalé, les marnes du plateau de Passavant, à flanc de coteau il est vrai, présentent, en profondeur, des propriétés mécaniques plus médiocres.

Il faudra en tenir compte pour cet ouvrage, et procéder à une série d'essais géotechniques, afin de déterminer les propriétés mécaniques moyennes sur une dizaine de mètres, en profondeur.

Il faudra vérifier que le pendage de ces couches est sub-horizontal, comme nous le laisse présager les bancs de calcaires qui les surmontent. En effet, une légère inclinaison de celles-ci donnerait une direction privilégiée de glissement : celle du pendage.

Ces marnes, si elles ne sont pas soumises aux agents atmosphériques et en particulier à l'eau, restent compactes, autrement leurs caractéristiques physiques changent , la teneur en eau augmente, la cohésion, la consistance et la réaction à l'écrasement diminuent.

Il faudra drainer les eaux de la nappe des alluvions dans la mesure où elle est importante, afin que le substratum de fondation soit stable et ne subisse pas de tassements trop élevés du fait de la variation de la teneur en eau.

Dans la mesure où les caractéristiques mécaniques des marnes ne sont pas assez bonnes, on pourrait être amené à réaliser les fondations sur une roche plus solide, mais les première assises cohérentes du substratum, à savoir les grès coquilliers, doivent se trouver à plus de 50 m de profondeur.

Mais il ne semble pas que l'on envisage ce cas. En effet, les routes construites sur ces marnes (plateau de Passavant) semble être stables et les écluses de l'ancien canal de l'Est n'ont pas subi de tassements depuis leur construction.

On peut dire que l'emplacement semble convenable, néanmoins, une étude par sondage devra être entreprise pour reconnaitre le substratum à plus de 10 m de profondeur, afin d'y étudier le conditionnement des tassements et des glissements susceptibles d'intervenir avec les observations obtenues en laboratoire et sur le terrain.

Les terrassements seront aisés, car ces marnes se délitent facilement.

Le canal devra être étanche, afin d'éviter les infiltrations autour de l'écluse.

B - Elévateur de Basse Vaivre (planches IV et XI)

Il permettra aux bateaux de s'élever depuis la cote 224, jusqu'à la cote 345, à l'aide d'un plan incliné, dont la pente sera de 4 %.

D'une longueur de plus de 3.230 m, il sera construit :

- de la cote 232 jusqu'à 282 en tranchée sur plus de 1430 m avec une profondeur de 25 m
- de la cote 282 à 330 en remblai sur 1460 m
- de la cote 330 à 345 en tranchée peu profonde sur 340 m

Géologie et géotechnique

La tranchée principale sera creusée à flanc de coteau dans les bois de la Chapelle. Elle sera ouverte dans des formations allant du sommet du grès intermédiaire jusqu'au grès coquillier, dans une série continue et tranquille.

Le remblai sera établi sur le plateau de Passavant sur un terrain relativement plat, mais dans un secteur faillé. Deux failles F 1 et F 2, de direction NE-SW l'affecteront; elles délimitent des compartiments relevés les uns par rapport aux autres, si bien que la base du remblai sera établi sur des marnes bariolées au Sud de F 2 puis sur les grès coquilliers et de nouveau sur les marnes.

La faille F 1 représente un accident majeur dans la région. Son rejeu est très important.

Au Nord de cet accident commence la deuxième tranchée ouverte à flanc de coteau dans des éboulis reposant sur le grès intermédiaire.

Les différentes assises géologiques rencontrées constituent des ensembles géotechniques bien particuliers. Les coupes effectuées à cet emplacement nous permettent de prévoir, pour la tranchée principale la succession suivante :

- Grès compacts et cohérents (zone A)..... 420 m
- Alternance de grès plus ou moins compacts et marnes..... 170 m
- Marnes plastiques avec quelques passées de grès très peu importantes..... 120 m

Ces deux ensembles constituent la zone B.

- Grès argileux plus ou moins friables.(zone C)..... 490 m

- Marnes sableuses (zone D)..... 230 m

Etude de l'emplacement - 1 - Tranchée principale

Venues d'eau : Il existe au sein de ces formations deux courants d'eau possibles. L'un faible, qui se manifestera sous la forme de simples ruissellements dans la zone B, au contact des grès et marnes. L'autre beaucoup plus important à la base de la zone C, au contact des grès argileux et marnes plastiques.

Il faudra donc procéder au drainage de toutes les sources à ce niveau, afin d'éviter les circulations d'eau qui accentueraient les phénomènes de glissement. De plus, il faudra étancher cette zone afin d'éviter pendant les travaux, des éboulements des parois de la tranchée.

- ZONE A : Entièrement creusée dans des formations stables et cohérentes, elle ne posera pas de gros problèmes.

Les terrassements seront difficiles et très délicats à réaliser du fait de la nature des grès compacts siliceux et de la pente des terrains à terrasser. Mais le litage de ces formations facilitera l'attaque. Le rendement à l'explosif doit être bon.

Les parois à donner aux talus pourront être dans cette zone très raides, supérieures à 5/1, mais jamais verticales. En effet, ces grès plus ou moins poreux sont macro-gélifs, l'action gel-dégel est facilitée par les diaclases, si bien qu'il est fréquent de voir, dans des talus très raides (canal de l'Est actuel, à 1,500 km de Girancourt), des éboulements de gros blocs. Ce phénomène pourra être accentué par des circulations d'eau qui se manifestent au niveau de joints de stratification. D'une manière générale, afin d'éviter des éboulements, il faudra décaper les parois de la tranchée jusqu'à la diaclase naturelle.

Le radier de la tranchée sera stable et ne subira aucune déformation. De plus, ces assises constituent un excellent substratum de fondation et l'élévateur pourra reposer, sans danger, sur ces terrains durs.

- ZONE B : C'est la zone la plus délicate de ce projet de tranchée.

Elle sera creusée dans des roches non homogènes, formées par une alternance de bancs gréseux et de lits de marnes.

Il faudra craindre, dans cette zone, des infiltrations entre les bancs gréseux et marneux, des risques de glissement des bancs les uns sur les autres, ou même des ruptures. Cependant, une couche assez épaisse de grès peut être un substratum valable de fondation.

Les terrassements seront assez faciles à réaliser, mais on pourra craindre des éboulements de talus durant l'attaque gênant ainsi les travaux.

Les pentes à donner aux parois seront assez faibles dans ces roches non homogènes, 1,5/1 à 1/1 nous semble raisonnable dans le cas d'une pente unique; ce qui augmentera les terrassements. On peut atténuer le cube des matériaux à extraire en réalisant des talus en escalier, les pentes à donner dans les passages gréseux pourront être plus raides, alors que dans les marnes elles seront atténuées.

Ce système permettra d'éviter les éboulements causés par les circulations d'eau au contact de ces deux formations.

Le radier de la tranchée établi sur ces formations subira des tassements différentiels, les grès et les marnes répartissant les pressions d'une manière très différente.

Un sondage profond devra être implanté dans ce secteur afin de connaitre la stratigraphie exacte dans cette alternance. Il permettra de repérer et connaitre la puissance des bancs de grès, pour voir si de tels niveaux sont susceptibles de recevoir des fondations importantes.

Dans la mesure où les assises gréseuses ne sont pas assez épaisses, il faudra reporter les pressions sur les bancs de grès compact sous-jacents.

L'élévateur pourra reposer sur ces assises indéformables par des fondations dont la profondeur augmentera plus on creusera la tranchée pour atteindre un maximum de 14 m, ce qui semble encore acceptable.

- ZONE C : ouverte dans un horizon marneux, de 4 à 5 m, ce court passage ne posera pas de problèmes très particuliers. Les études au laboratoire nous ont permis de caractériser ces sols comme faisant partie des "terrains durs" dotés d'une grande cohésion.

La tranchée aura des parois stables pour une pente relativement douce et n'excédant pas 2/1.

Les terrassements seront aisés et la pelle mécanique devrait suffire pour attaquer cet ensemble.

Le radier de l'élévateur sera assez stable et les tassements à craindre seront peu importants. Néanmoins, il faudra décaper la "zone altérée" sur plus de 40 cm qui présente les caractéristiques d'une argile molle. Ces sols sont généralement aquifères et peuvent entrainer le glissement de l'élévateur sur les marnes.

Le passage dans ces marnes devra être soigneusement étanché, de plus, toutes venues d'eau drainées, afin d'éviter une dégradation du substratum marneux au contact de l'eau.

L'ouvrage pourra être fondé dans ces niveaux sans pour cela qu'il faille atteindre les roches cohérentes en profondeur.

- ZONE D : creusé dans des grès argileux plus ou moins friables, ce tronçon aura des terrassements relativement aisés, facilités, par le litage de ces assises.

Ces séries sont loin d'être homogènes, les passées de grès tendres en plaquettes causeront des éboulements; de plus, les zones marneuses faciliteront les infiltrations et la circulation d'eau.

Des sondages de reconnaissance devront être entrepris afin de repérer ces zones instables. Les résultats de cette campagne donneront des indications sur le fruit à donner au talus. De toute façon, les parois ne seront pas raides. On pourra ici aussi réaliser des talus en gradins.

Comme il a été décrit précédemment, ces niveaux s'accompagnent d'une zone altérée épaisse de deux mètres qu'il faudra décaper.

Ces assises constituent un radier de fondation acceptable. Les terrassements seront peu importants. Sous l'action de pressions trop importantes, on pourra craindre des broyages des bancs en plaquettes, mais ceux-ci seront très vite amortis.

L'ouvrage pourra être fondé sur ces séries. Dans la mesure où les études au laboratoire ne donneraient pas des résultats satisfaisants, il faudrait reporter les pressions de

l'ouvrage sur les bancs durs et siliceux de base de cet ensemble, ce qui amènerait à réaliser des fondations de 8 à 10 m.

- ZONE E : la partie terminale de la tranchée sera creusée dans des marnes sableuses du sommet du grès coquillier. Le problème principal sera de connaitre leur épaisseur; en effet, ces niveaux apparaissent au sommet du grès à des hauteurs variables. Ces marnes présentent des faciès distincts.

A la base des marnes sableuses, très compressibles, avec une cohésion médiocre, les talus seront très évasés, la pente sera faible (inférieure à 1/1). De plus, les parois devront être soutenues, car pour une pente de 4 %, ces marnes couleront rapidement.

Le radier ne sera pas très rigide, car ces séries admettront un tassement trop important. Il faudra reporter les pressions de l'ouvrage sur un terrain plus cohérent. Les bancs de grès intermédiaires, dans le mesure où ils sont assez épais, pourront servir de radier, ce qui conduirait à fonder l'ouvrage dans cette zone médiocre, à plus de 5 m.

Pour les marnes du sommet, consistantes et rigides, les problèmes de stabilité se poseront moins. Les tassements seront réduits et le radier sera stable.

Dans la mesure où l'on adopte une pente analogue aux talus des deux ensembles marneux, il serait bon de prévoir un soutènement dans les niveaux inférieurs, car, avec une pente élevée de 4 %, ces marnes couleront. Ce phénomène pourra être accentué par des venues d'eau qu'il faudra écarter.

2 - Passage en remblai

La partie en remblai de l'élévateur pose, à vrai dire, moins de problèmes. Le substratum sera constitué par les argiles bariolées et par les grès coquilliers.

D'une manière générale, il faudra assainir le terrain. En effet, ces formations présentent très souvent une zone altérée qui peut avoir 50 cm sur les marnes et plus de 1 m sur les grès. Ces zones sont aquifères et peuvent servir de couche-drain, où les circulations d'eau pourraient être importantes, ce qui conduirait à un glissement du remblai.

Le passage des failles F 1 et F 2, ainsi que des changements de terrain, doivent être étudiés avec soin.

On peut craindre des tassements différentiels.

Le substratum marneux (courbes 7, 8, 9) formé par un sol dur, doté d'une grande cohésion, sera peu déformable.

Il n'en est pas de même pour les grès plus ou moins argileux qui présenteront des tassements légers dans leurs parties supérieures.

Dans la mesure où ces tassements sont trop importants, il faudra rechercher les bancs durs de la base de cette série gréseuse, ce qui conduira à des fondations assez profondes.

Les matériaux : Le cube des matériaux à extraire pour les tranchées est d'environ 1.038.830 m3. Celui des remblais est de l'ordre de 818.330 m3. Nous aurons donc des déblais excédentaires.

Les matériaux gréseux en gros blocs, extraits des tranchées, pourront servir de base à un remblai du type "enrochement". Dans la mesure où le cube des marnes est suffisant et que ces terrains se prêtent à un compactage, on pourra réaliser, sur les premiers matériaux, une couverture de terrain compactée, donc imperméable.

Dans la partie terminale, le remblai sera posé sur un substratum marneux incliné. Il est à craindre que la forte pente, ainsi que le poids des matériaux, ne contribuent à des glissements ou tout simplement à un fluage des couches. Pour éviter cela, il serait bon d'encastrer le remblai dans le sol naturel ; cela conduira à des terrassements supplémentaires, mais la stabilité de l'ensemble sera assurée.

De plus, un drainage méticuleux devra être réalisé sur les abords de l'ensemble afin d'éviter des circulations d'eau qui pourraient affouiller et dégrader l'ouvrage et son substratum.

3 - Tranchée terminale

Ouverte à flanc de coteau, dans les couches intermédiaires, recouvertes ici par des éboulis.

Le radier et l'ancrage de l'élévateur reposant sur des grès durs et très siliceux, ne posera pas de gros problèmes. Les terrassements seront difficiles, mais la stabilité de l'ouvrage sera assurée.

Les parois à donner au talus de cette tranchée seront assez raides (5/1) dans les parties cohérentes ; mais

dans les parties ébouleuses, la pente devra être faible. Il faudra autant que possible se rapprocher du talus d'équilibre.

Dans la mesure où ces éboulis ne sont pas trop importants, il serait bon de les enlever, afin d'éviter les éboulements. Cette zone de terrains instables ne sera pas trop importante. Elle atteindra, tout au plus, 5 à 6 m de part et d'autre des bords de la tranchée.

En conclusion, on peut dire que cet ouvrage se situe dans une zone géologique favorable, néanmoins, il sera bon de connaitre , avant toute construction :

- La série exacte que l'on va traverser (une campagne de sondages profonds sera donc nécessaire)
- Les propriétés mécaniques des terrains (des essais pressiométriques, de compaction, de compression simple, proctor devront être effectués au laboratoire)

  Cette étude sera complémentaire des observations réalisées sur le terrain, ainsi que des essais de caractéristiques physiques déjà obtenues.

- Les niveaux de sources et circulations d'eau, dans cette zone, afin de prévoir un drainage le long de l'ouvrage.

C - Elevateur de Nomexy (Planche IV)

Long de 730 m pour une pente de 7,3 %, cet élévateur permettra aux péniches de passer de la cote 290 (vallée de l'Avièvre) à la cote 345 (cote du projet).

Il sera construit en tranchée à flanc de coteau et entaillera perpendiculairement la colline de Nomexy sur le versant rive gauche de l'Avièvre, jusqu'au plateau de la Héronière qui culmine à 360 m.

La tranchée, longue de 330 m aura, par endroits, jusqu'à 26 m de profondeur.

Géologie et Géotechnique

Trois sondages ont été implantés sur son tracé, mais de profondeur nettement insuffisante pour permettre d'avoir une idée exacte de la géologie du secteur. Néanmoins, grâce aux coupes effectuées le long de la N. 57 à 500 m au Sud de Nomexy (cf. p. 61) et sur le versant rive droite d' l'Avièvre, une idée d'ensemble des terrains traversés a pu être dégagée.

- Le sondage S 2, situé à la cote 293, à la tête de l'élévateur, nous donne une coupe des alluvions de l'Avièvre :

0,00 - Terre végétale
0,40 - Argile brunâtre
2,10 - Sable graveleux, avec galets légèrement argileux
6,80 - Marnes gris bleu et feuilletées avec intercalations de calcaire dur, à grain fin
10,00

- Sondage S 3, situé à la cote 325

0,00 - Terre végétale
0,70 - Eboulis de calcaire emballés dans une argile
2,30 - Argile brunâtre et pierraille calcaire
2,60 - Calcaire coquillier, très dur, fissuré
3,40 - Calcaire tendre dolomitique
5,00

- Sondage S 4, situé à la cote 335

0,00 - Terre végétale
0,30 - Argile verdâtre à jaunâtre englobant des pierrailles et galets calcaires
2,20 - Argiles verdâtres, avec pierrailles
4,40 - Plaquettes de marnes schisteuses
5,00

Sur la rive gauche, de la cote 325 à 335, on peut observer, dans une ancienne carrière, une alternance constituée de calcaires et de marnes, avec parfois des passées dolomitiques. Les bancs calcaires ne sont pas toujours épais (1,60 à 2 m). Les marnes ne sont pas litées, mais feuilletées.

La coupe de la R.N. 57 donne une idée de la tenue et de la cohérence de ces séries.

Au point de vue géotechnique, nous nous trouvons dans le cas d'une roche non homogène, formée par l'alternance de bancs durs : calcaires en dalle, et de bancs plus tendres : calcaires en plaquettes et calcaires argileux, dans lesquels viennent s'intercaler des lits de marnes feuilletées. Il semble que les marnes prédominent.

Il est à noter que ces calcaires sont diaclasés et fissurés. Ceci est mis en évidence par les essais à la compression simple, réalisés sur ces échantillons.

En effet, des valeurs très basses ont été trouvées pour ces calcaires. On obtient une valeur moyenne de 250 kg/cm2 avec des minima atteints sur les calcaires argileux (75 kg/cm2). Seuls quelques bancs formant des dalles de calcaires cristallins non fissurés, mais peu épais, (25 à 30 cm), présentent des valeurs supérieures à 500 kg/cm2.

Il faudra compter sur des roches calcaires assez médiocres.

Les marnes sont très consistantes et assez dures, mais leur épaisseur est trop faible pour supporter des charges excessives. Quant au calcaire en plaquettes, il est peu cohérent et s'effrite en petites lames, il contribue en sorte à augmenter la médiocrité de l'ensemble.

Conséquences sur les travaux

Le site choisi n'est pas tout à fait favorable, mais on voit mal un autre emplacement pour l'élévateur. Il faudra donc résoudre les problèmes qui surgiront lors de la construction.

Cette alternance constituant les terrains à creuser est favorable aux infiltrations d'eau qui peuvent être très importantes entre les bancs calcaires et marneux.

Cependant, en rive gauche, dans la coupe de la carrière, ces couches pendent de 10 à 12° vers le NE.

Si ce pendage se vérifie en rive droite, cela peut être favorable. L'édifice construit en amont-pendage aura plus de stabilité. Les infiltrations ne seront plus gênantes ; de plus les glissements que l'on doit craindre seront moins accentués.

Il ne semble pas que l'on atteigne une telle valeur du pendage sur la rive droite, bien que l'on ait relevé des couches inclinées, vers le NE, à 5°.

Nous pouvons dire que l'Avièvre coule sur les marnes bariolées supérieures et la tête de l'élévateur rencontrera ce niveau. Il est à craindre que la limite marnes bariolées - calcaire à Entroques constitue un niveau de source très important.

Cette limite doit se situer entre la cote 290 et 295. Il faudra donc faire très attention dans cette zone, car des venues d'eau très importantes pourront gêner les travaux. Il faudra donc étancher ces niveaux pendant les travaux et procéder, par la suite, à un drainage complet autour de la zone de l'élévateur.

Les terrassements seront difficiles, voire même dangereux, car ils se trouvent à flanc de coteau et sur des éboulis instables.

La pente à donner au talus de la tranchée sera modérée. En effet, on peut se rendre compte très rapidement de la tenue de cet ensemble en observant le talus de la N. 57 avant Nomexy. On assiste à des éboulements et à une dégradation lente mais sûre des talus.

Dans le cas présent, le problème est légèrement différent; en effet, les talus seront creusés perpendiculairement à la direction des couches et de ce fait, leur pente peut être légèrement plus forte, mais une pente voisine de 2/1 nous semble raisonnable.

Pour éviter les éboulements et même les glissements, un talus en gradins sera conseillé.

Le problème principal viendra de la stabilité de l'ouvrage.

Ces alternances sont favorables au tassement différentiel et de plus, lors d'une surcharge, on peut avoir des glissements de bancs les uns sur les autres.

Le radier sera susceptible de se déformer. Il faudra donc rechercher par sondage les horizons calcaires susceptibles de constituer un bon radier de fondation.

On peut prévoir, dans la partie inférieure de l'élévateur des bancs de calcaire assez épais. En effet, les marnes s'y intercalant sont minces et jamais très importantes.

Dans la partie supérieure, le problème sera plus délicat et il semble que les radiers acceptables soient moins nombreux.

On aura donc recours à des fondations profondes.

Nous préconisons donc pour l'établissement de cet ouvrage :

- Une campagne de sondages, afin d'avoir une idée précise de la série. Ces sondages devront être réalisés à des cotes différentes et descendre jusqu'aux marnes bariolées (35 à 40 m).

- En relation avec ces sondages, des essais in situ devront avoir lieu, afin de connaitre les caractères de l'ensemble au point de vue tassement et cohérence.

*
* *

V - CONCLUSIONS

Le problème de la stabilité des talus se pose ici pour deux raisons :

- la largeur de la plateforme qui entraine une plus grande hauteur de talus

- la saturation des terrains par les eaux d'infiltration

Il importe de connaitre ces problèmes, pour ne pas être pris au dépourvu au moment de l'exécution des travaux.

Les deux extrêmités du bief de partage ne comporteront pas de terrassements importants, mais ceux-ci poseront des problèmes délicats de tenue des talus en raison de la médiocrité des terrains traversés.

- Certaines grandes tranchées prévues dans des zones de terrain plat, seront facilement réalisables, car seule la tenue des parois posera un problème très vite soluble. En effet, les routes et voies ferrées construites dans la région n'ont jamais donné lieu à inquiétude.

- Au contraire, d'autres tranchées se trouvent dans des zones à flanc de coteau et on pourrait craindre un glissement d'ensemble de l'ouvrage en raison des caractéristiques défavorables des éboulis instables et des marnes ayant tendance à glisser.

Bien que des précautions puissent être prises à ce sujet, on peut penser modifier le tracé prévu ainsi qu'il suit : (planche II, tracé n° 2)

+ Depuis le raccord avec la Saône jusqu'à la Basse Vaivre, le canal se développerait comme prévu.

+ Un premier élévateur de 76 m à la Basse Vaivre permettrait aux bateaux de gagner la cote 300 ; le canal suivrait de très près cette cote jusqu'à Hautmougey.

Il serait ainsi construit sur une zone relativement plate occupée par les marnes bariolées et les grès coquilliers.

+ Un deuxième élévateur lui permettrait de gagner la cote 345 et reprendre le tracé actuellement prévu.

Ces modifications auraient les inconvénients suivants :

+ L'alimentation de ces trois biefs demandera peut-être un débit supérieur, mais si les ressources en eau sont convenablement exploitées, il semble que les débits récupérés doivent satisfaire l'alimentation de ce bief supplémentaire

+ La construction d'un troisième ouvrage d'art qui augmentera le prix de revient de ce nouveau projet.

Par contre, elles auraient comme avantages :

+ de passer dans une zone de terrains sub-horizontaux moins faillés et sans dépôts superficiels instables.

Les terrassements seraient moins importants et la stabilité de l'ouvrage meilleure du fait que les tranchées entailleraient une région plate, plutôt que des flancs de coteaux.

. L'étanchéité, probablement plus efficace de la cuvette du canal dans les niveaux marneux, compenserait une partie des besoins en eau supplémentaires, signalés ci-dessus.

*

** **

CONCLUSIONS GENERALES

------oOo-------

Ce travail doit être considéré comme une étude géologique et géotechnique de l'avant projet d'une liaison Saône-Moselle.

La partie "hydrologie", dans laquelle les besoins en eau d'un tel ouvrage et les ressources de la région ont été enumérés, peut servir de base à une étude détaillée. Ce premier travail était nécessaire afin d'éviter la multiplication des recherches.

L'étude des terrains rencontrés a essayé de mettre en évidence les relations entre la géologie et la géotechnique.

Si les résultats géologiques obtenus s'avèrent satisfaisants, et peuvent, dans la plupart des cas, être considérés comme définitifs (tout au moins dans l'axe du futur canal), les résultats géotechniques ne constituent en fait qu'un travail préliminaire.

Les essais effectués nous ont permis d'établir de grandes séries lithologiques qui devront très certainement réagir mécaniquement de la même manière.

Cette classification en grands ensembles géotechniques permet déjà de réduire le nombre des essais qui seront réalisés sur des échantillons appartenant à une classe bien déterminée.

Les résultats obtenus pourront être exploités pour des sols identiques rencontrés sur tout le parcours du futur ouvrage.

Les principaux ouvrages (tranchées, remblais, écluses, élévateurs) ont été placés dans leur contexte géologique, afin de prévoir leur comportement vis à vis du substratum, pour mettre en évidence les modifications à apporter au projet tel qu'il est établi actuellement.

LISTE DES AUTEURS CONSULTES

------oOo------

ALLARD R. & KIENERT G. - 1959 - Notions de travaux publics Eyrolles Editeur.

ARDITO-DESIO - 1961 - Aspect géologique des terrains de fondations des barrages. (Série G., publication nº 142) Instituto di Geologia della Universita di Milano.

BERNARD C. - 1963 - Etude géologique de la retombée méridionale des Vosges au SW de Luxeuil-les-Bains. D.E.S. Fac. Sc. Besançon.

BERTRAND L. - 1930 - Du rôle de la géologie dans l'étude d'aménagement hydrologique. Livre jubilaire, Soc. Géol. France, t. I. pp. 101-118. Paris.

CAQUINEAU X. - 1962 - Le grand canal du Rhône au Rhin. Etude géologique des principaux ouvrages entre Bourogne et St-Symphorien. thèse 3e cycle, Fac. Sc. Besançon.

CALEMBERT L. - 1962 - Le rôle général de la géologie dans les travaux d'intérêt public. Inst. Géol. Liège, publicatios nº 5, 6 et 7.

CAROZZI A. - 1953 - Pétrographie des roches sédimentaires. Lausanne.

CASTANY G. - 1960 - Rôle de la géologie appliquée aux grands travaux du Génie Civil. Bull. Soc. Géol. Fr., t.2, 7e série.

DESCOMBES R. - 1959 - Le canal du Rhône au Rhin. Bull. spécial. nº 1, Soc. Indus. Mulhouse.

DREYFUSS M. - 1946 - Guide pratique du géologue de terrain. Montpellier

- - 1960 - Quelques problèmes de fondations à Besançon. C.R. Som. Sé. Soc. Géol. Fr. p. 213 communications orales.

DREYFUSS M., THEOBALD N. & THIEBAUT J. - 1962 - Vue d'ensemble sur le Jura franc-comtois et sur la retombée méridionale des Vosges. Ann. Scient. Univ. Sc. Besançon, 2e série, géologie, fasc. 16.

DUBOIS G. - 1948 - Subdivision et nomenclature nouvelles du Trias dans le NE de la France. Livret du Serv. de la Carte Géol. Alsace Lorraine, n° 2, 8 p.

DUCHAUFOUR P. - 1960 - Précis de pédologie, Masson Editeur

DUGUET J. - 1963 - Etude géologique sur la retombée méridionale des Vosges, à l'W et au NW de Luxeuil-les-Bains. D.E.S. Fac. Sc. Besançon.

GIGNOUX M. & BARBIER R. - 1955 - Géologie des barrages et des aménagements hydrauliques. Masson Editeur, Paris

GOGUEL J. - 1959 - Application de la géologie aux travaux de l'ingénieur. Masson Editeur, Paris

GOUDOT J.M. - 1963 - Etude géologique de la retombée méridionale des Vosges au NE de Luxeuil-les-Bains. D.E.S. Fac. Sc. Besançon.

GUILLAUME L. - 1939 - Forage profond de recherche d'eau potable à Dompaire (Vosges).
- Observation du Muschelkalk lorrain.
Bull. soc. Sc. Nancy, p. 48-56

HAGUENAUER B. - 1961 - Contribution à l'étude du Muschelkalk supérieur lorrain dans la région de Blamont et Heming. D.E.S. Fac. sc. Nancy, 92 p. 18 pl.

JACOULET M.J. - 1960 - Etude géologique de la région de Passavant - La Rochère. D.E.S. Fac. Sc. Besançon.

JACOULET M.J., THEOBALD N. & THIEBAUT J. - 1960 - Données nouvelles sur la géologie de la région Sud-occidentale des Vosges aux environs de Passavant - La Rochère (Hte Saône). C.R. Ac. Sc., t. 250, pp. 3445-3446.

JUNG J. - 1927 - Contribution à la géologie des Vosges Hercyniennes d'Alsace. Serv. Carte Géol. Alsace Lorraine, mém. n° 2, 480 p.

JURAIN G. - s. d. - Le Trias moyen et supérieur de la Lorraine méridionale. 24 pages

JURAIN G. & PERRIAUX J. - 1962 - Les seuils et les bassins de sédimentation des Vosges méridionales et leur relation avec le seuil Morvano-vosgien. Collogue sur les seuils et les bassins de sédimentation. Poitiers

LAUGIER R. - 1961 - Notice géologique et hydrogéologique du département des Vosges. Ex. Bull. Inst. Nat. Hygiène. T. 16, n° 4, Juillet-Août 1961

LEVEQUE P. - 1952 - Géologie appliquée aux grands travaux du Maroc. "Les aménagements de l'Oued el Abid". fasc. 1, Notes et Mémoires n° 98.

MAUBEUGE P.L. - 1955 - Contribution à la paléogéographie des grès à Voltzia dans l'Est du bassin parisien. Bull. Soc. Sciences Nancy, pp. 70-122.

MAYER A. - 1954 - Les terrains perméables. Dunod Editeur

- - 1959 - Précis de mécanique des sols. C.A.C.

MAYER L. - 1913 - Les Vosges méridionales à l'époque Glaciaire. Etude géologique.

MERIAUX S. - 1957 - L'analyse granulométrique par densimétrie. Assoc. Fr. pour l'étude du sol. sept. n° 90.

MONDIN Ch. - 1957 - Matériaux de construction
- - 1959 - Travaux publics, tome I
- - 1960 - Travaux publics, tome II
Aides Mémoires Dunod, Paris

MONITON L. - 1958 - Etude géologique de la région de Mechra-Klila, Bassin de la Moulouya. Notes et Mémoires n° 140.

PELTIER R. - 1954 - Manuel du laboratoire Routier. Collection du laboratoire central des Ponts et Chaussées. Dunod.

PERRIAUX J. - 1961 - Contribution à la géologie des Vosges gréseuses. Mém. Serv. Carte Géol. Alsace Lorraine n° 18.

RICOUR J. - 1961 - Problème stratigraphique et caractère du Trias français. Colloque sur le Trias de la France et des régions limitrophes. Montpellier.

- - 1961 - Contribution à une révision du Trias français. Mém. de la Soc. Géol. détaillée de France.

ROBAUX A. - 1938 - Observation sur la tectonique des terrains sédimentaires de la feuille d'Epinal. Bull. Serv. carte Géol. n° 197, t. XXXIX, pp. 66-67.

SCHOELLER H. - 1955 - Hydrogéologie. Vol. 1. I.F.P., Technip.

TALOBRE J. - 1957 - La mécanique des roches, appliquée aux Travaux publics. Dunod.

TERZAGHI K. & PECK R.B. - 1961 - Mécanique des sols appliquée. Dunod.

THEOBALD N. - 1951 - Stratigraphie et paléogéographie dans le SW de l'Allemagne et le NE de la France. Bull. Soc. Hist. Nat. Moselle, 3e série, T.XIII 36e cahier.

- - 1951 - Présence d'un bonebed à la base du calcaire à Cératites. Ex. C.R. Sé. Ac. Sc.

- - 1952 - Aperçu géologique du Territoire de la Sarre. publication de l'Université de la Sarre.

- - 1952 - Histoire géologique de la bordure septentrionale de l'Est du bassin parisien. Annales Universitatis Saratensis, n° 1.

- - 1953 - Le massif du Mont Odile et ses environs. Ann. Univer. Sarre, t. II, p. 3.

- - 1952 - Stratigraphie du Trias moyen dans le SW de l'Allemagne et le NE de la France. Publication de l'Université de Sarre.

- - 1958 - Un nouvel affleurement de roches cristallines sur la feuille de Langres. C.R. som. Soc. Géol. France, 6e série, t. 8, pp. 207-208.

- - 1960 - Evolution tectonique de la région Vogeso-Schwarzwaldienne. Ex. livre Mém. Prof. Fallot t. II, pp. 159-177.

- - 1961 - Le Trias des abords sud du massif vosgien et du Jura franc-comtois. Colloque du Trias. Montpellier, p. 602.

THEOBALD N. & GARDET G. - 1935 - Les alluvions anciennes de la Moselle et de la Meurthe en amont de Sierck. Soc. Hist. Nat. Moselle, 34e cahier, 3e série.

THEOBALD N. & LAUGIER R. - 1961 - Le Trias des abords Sud du massif vosgien, du Jura, de la Bresse et de la périphérie du Massif central. Mém. B.R.G.M., n° 15, pp. 66-72.

VERDAYEN J. - 1952 - Mécanique du sol et fondations. Ed. Desoer Liège.

VERDAYEN J. & ROISIN V. - 1955 - Stabilité des terres. Editions Eyrolles. Paris.

TABLE DES PLANCHES

----oOo-----

PLANCHE I - Plan de situation

PLANCHE II - Carte hydrologique et projet de Liaison Saône-Moselle

PLANCHE III - Barrage de Noirgueux

PLANCHE IV - Carte géologique, schéma géotechnique (1/25.000e) coupes perpendiculaires au canal (1/10.000e)

PLANCHES V à VII - Profil stratigraphique (1/500e)

PLANCHES VIII à IX - Courbes granulométriques

PLANCHE X - Eléments techniques du futur canal

PLANCHE XI - Elévateur de Basse Vaivre.

*

** **

Les documents suivants, qui n'ont pas été reproduits intégralement, peuvent être consultés au Laboratoire de Géologie et Minéralogie de Besançon.

1 - Une carte géologique au 1/25.000e (original)

2 - Une carte hydrologique et projet de liaison au 1/50.000e

3 - Barrage de Noirgueux au 1/10.000e

4 - Plan de l'ouvrage au 1/10.000e

*

** **

Le profil en long, les profils en travers types, l'Avant mètré, le plan de l'écluse de Corre, les coupes des sondages peuvent être consultés au Laboratoire d'Etudes des Ponts et Chaussées d'Epinal.

CARTES ET PHOTOS AERIENNES UTILISEES

--------oOo--------

A - Pour le futur canal

- Cartes géologiques au 1/80.000e de Mirecourt
  Langres
  Epinal

- Cartes topographiques au 1/50.000e de Monthureux-sur-Saône
  Plombières-les-Bains
  Epinal
  Mirecourt

- Cartes topographiques au 1/25.000e de
  Monthureux-sur-Saône (3-4 ; 7-8)
  Plombières-les-Bains (7-8)
  Epinal (1-2 ; 3-4 ; 5-6 ; 7-8)
  Mirecourt (7-8)

- Photos aériennes :

  Mission de Vittel-Bruyères 1958 (1 à 4 ; 39 à 56 ; 89 à 105 ; 139 à 156 ; 188 à 203 ; 239 à 254)

  Mission de Bourbonne-Plombières 1958 (17 à 83 ; 117 à 183; 217 à 286)

B - Pour le barrage de Noirgueux

- Cartes topographiques au 1/50.000e de Bruyères
  Remiremont

- Cartes topographiques au 1/25.000e de Remiremont (1-2)
  Bruyères (5-6)

- Photos aériennes :

  Mission de Remiremont 1961 (1 à 9 ; 19 ; 80 à 82 ; 102 à 105)

TABLE DES MATIERES

------oOo------

Pages

INTRODUCTION et PLAN D'ENSEMBLE..... 1

1re partie - HYDROLOGIE..... 3

Introduction..... 3
Bief terminal. Ecluse de Corre..... 4
Bief de partage..... 5
Etude des bassins versants..... 5
Prise en Moselle..... 8

- BARRAGE DE NOIRGUEUX..... 9
But de l'ouvrage..... 9
Cadre morphologique..... 9
Cadre géologique..... 10
Cadre hydrologique..... 13
Retenue..... 14
Emplacements possibles..... 14
Site aval..... 15
Site amont..... 16
Conclusion..... 17

- CONCLUSIONS GENERALES..... 18

2e partie - STRATIGRAPHIE et CARACTERES GEOTECHNIQUES DES TERRAINS RENCONTRES..... 19

Généralités - stratigraphiques..... 19
- géotechniques..... 20

Chapitre I - Terrains anté-triasiques..... 23
Socle..... 23
Permien..... 25

Chapitre II - Trias inférieur..... 26
Grès vosgien supérieur..... 26
Conglomérat principal..... 28
Zone limite violette..... 32
Couches intermédiaires..... 35
Grès à Voltzia..... 39

Chapitre III - Trias moyen..... 48
Grès coquillier..... 48
Marnes bariolées..... 54
Calcaires blancs..... 58
Calcaires coquilliers..... 58
Secteur Ouest..... 59
Secteur Est..... 60 bis
Calcaire à Térébratules..... 67

Pages

Chapitre IV - Lettenkohle..... 68

Chapitre V - Formations superficielles..... 72
Eboulis de pente..... 72
Alluvions fluviatiles..... 73

Chapitre VI - Conclusions..... 75
- stratigraphiques et aperçu tectonique..... 75
- Géotechniques..... 79

3e partie - ETUDE DU CANAL PROJETE..... 80

- Description du tracé..... 80

- Les tranchées..... 82

Tranchées de Corre (82), Demangevelle (84), Bois de Charlemagne (86), La Fresse (88), La Route Nationale 64, Bas du Rondey (90), Thunimont (91), Cruolet (93), St-Léger (93), des Brilles (94), du bief de partage-Girancourt (94), Bocquegney (100)

Utilisation des matériaux déblayés..... 102

- Les remblais..... 103

. Remblais du type A..... 103

Remblais du ruisseau du Bon Vin (104), du Ronet (105), de Thunimont (105), du Pont Tremblant (106), de la Rochotte (106), de la Queue du Barrois (107), de Thiélouse (107), de l'Avièvre (107).

. Remblais du type B..... 108

Remblais du Mourillon (108), de la Fresse (109), de Hautmougey (109), de l'Etang de la Voliè-re (110), du Fond de Bruo (110), d'Adoncourt (110), du Rognon (111), du Pont de l'Etang (111).

- Partie Ouest du projet..... 111

- Les ouvrages d'art..... 112
Ecluse de Corre..... 112
Elévateur de la Basse Vaivre..... 114
Elévateur de Nomexy..... 121

- Conclusions..... 124

CONCLUSIONS GENERALES..... 127

BIBLIOGRAPHIE..... 129

TABLE DES PLANCHES..... 134

CARTES ET PHOTOS AERIENNES UTILISEES..... 135

Pl. V

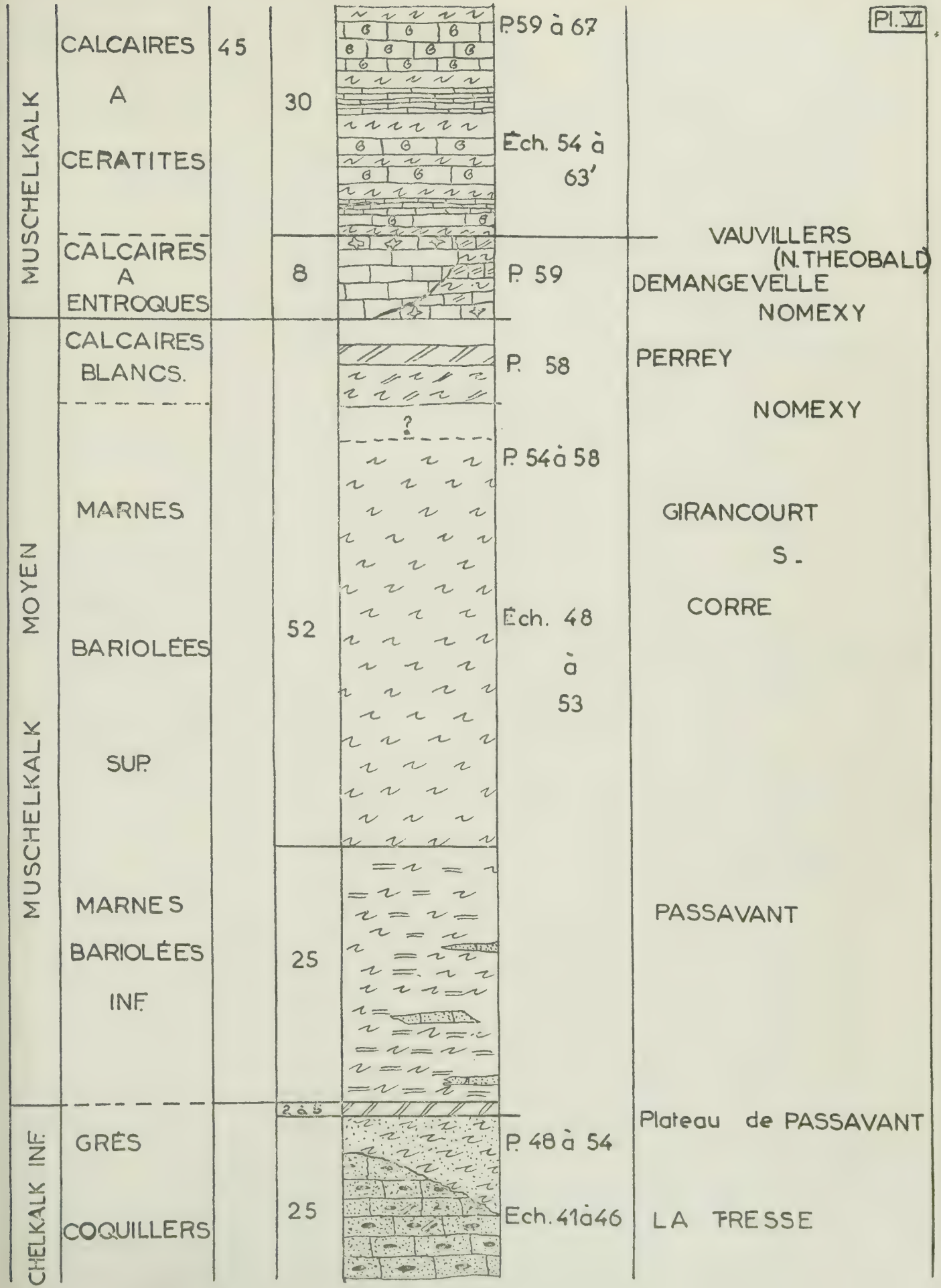
RÉGION DE CORRE - NOMEXY.

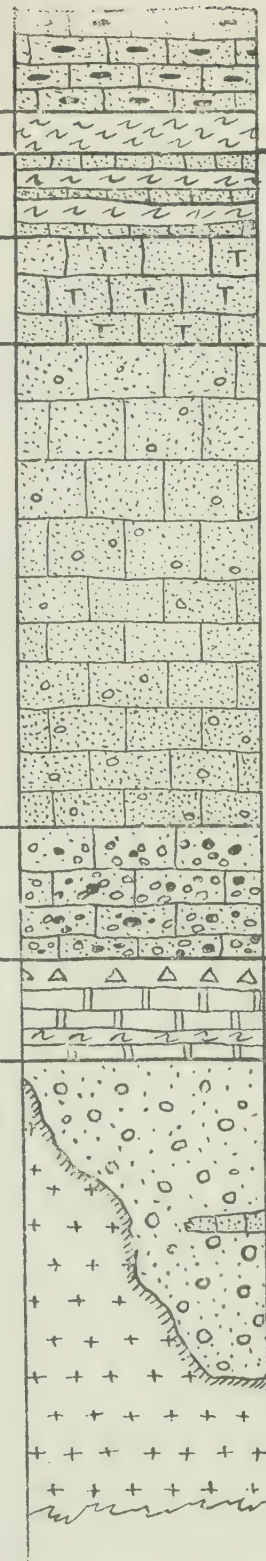
PROFIL STRATIGRAPHIQUE au 1/500e

- Calcaires compacts.
- Calcaires dolomitiques.
- Calcaires marneux.
- Calcaires en plaquettes.
- Calcaires à entroques.
- Couches à Cératites.
- Dolomie.
- Marnes.
- Marnes sableuses.
- Marnes dolomitiques.
- Grés compacts.
- Grés grossiers.
- Grés argileux.
- Conglomérat.
- Socle Primaire (Granite)
- Stratification entrecroisée.
- Brèche à cornaline.

ÉTAGES.	ÉPAIS. -SEURS en m.		FIGURÉS	DESCRIP. -TION cf. texte.	OBSERVATIONS.
		15	W. E.	P.68à70	BOCQUEGNEY
				Ech.63à66	
LETTENKOHLE	33	8			BOCQUEGNEY GOHREY
		10			S 15
SUP.		5		P. 67	S 15 - S 16
					NOMEXY

Pl. VI


MUSCHELKALK
CALCAIRES A CERATITES
45
30
P.59 à 67
Ech. 54 à 63'
CALCAIRES A ENTROQUES
8
P. 59
VAUVILLERS (N. THEOBALD)
DEMANGEVELLE
NOMEXY
MUSCHELKALK MOYEN
CALCAIRES BLANCS.
P. 58
PERREY
NOMEXY
?
MARNES BARIOLÉES SUP.
52
P. 54 à 58
GIRANCOURT S. CORRE
Ech. 48 à 53
MARNES BARIOLÉES INF.
25
PASSAVANT
2 à 5
CHELKALK INF.
GRÈS COQUILLERS
25
P. 48 à 54
Ech. 41 à 46
Plateau de PASSAVANT
LA TRESSE

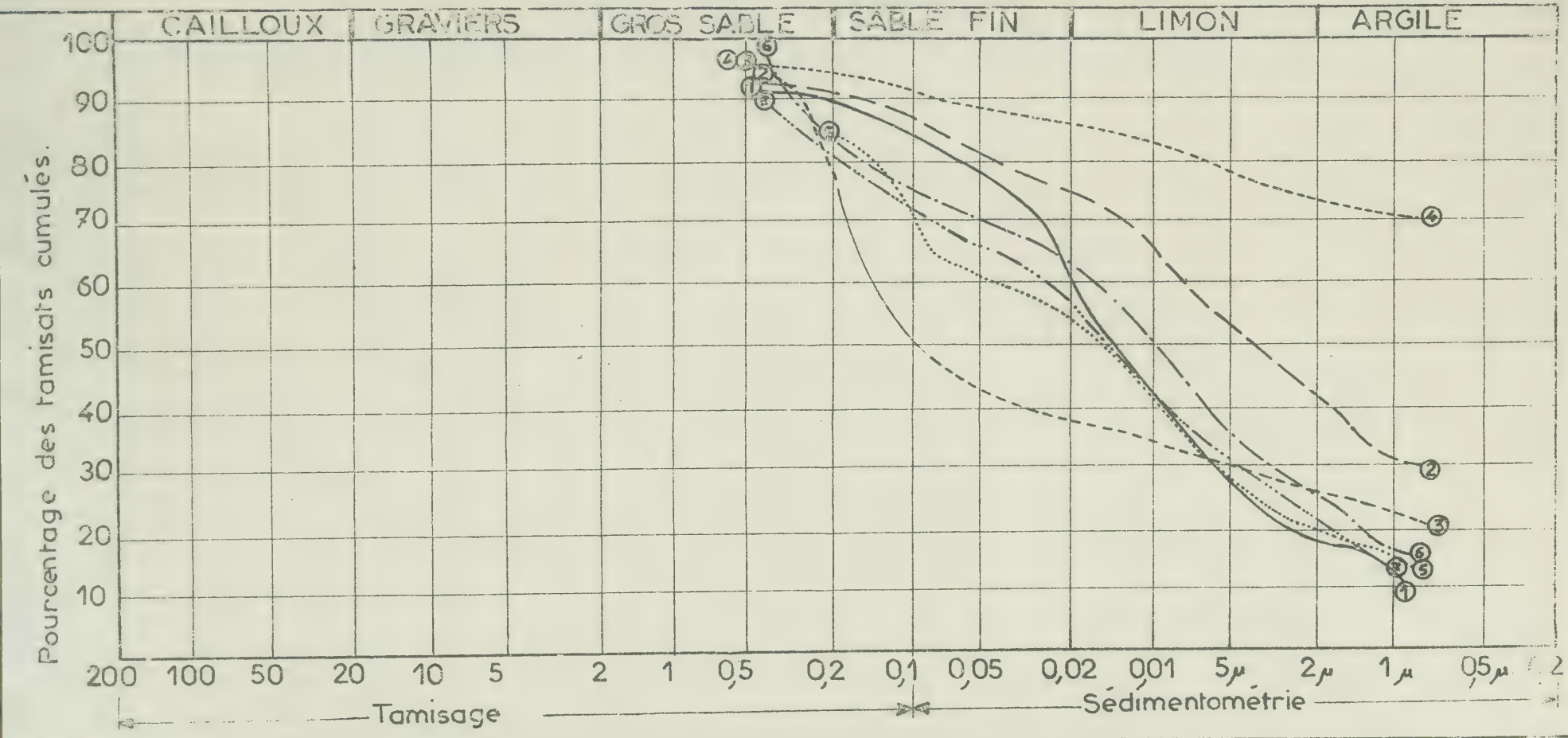


MUSC.

BUNTSANDSTEIN SUPÉRIEUR

	25		
GRÈS A WOLTZIA	4	P. 39 à 43	BASSE - VAIVRE
	8		CLAUDON
17	7	Éch. 34 à 40	
GRÈS INTERMÉD.	38	P. 35 à 39 Éch 30 à 33	CLAUDON S.te de la Vierge G.d Bois
GRÈS A DRAGÉES	9 à 10		
Z L V	7	P. 32 à 34 Éch. 21 à 28	M.ne forestière Sennenes (J. Perriaux)
CONGLOMERAT PRINCIPAL	1 à 25	P. 28 à 31 Éch. 20	THUNIMONT UZEMAIN
SOCLE		P. 23-24 Éch. 12 à 18	

ANALYSES GRANULOMÉTRIQUES



① —: Marnes grés à Woltzia (BASSE VAIVRE)

② — —: Argile limite (Plateau de Passavant AMBIEVILLERS)

③ — — —: Marnes du grés coquillier sup. (PEU D'AQUET)

④ ----: " " " " " (LA FRESSE)

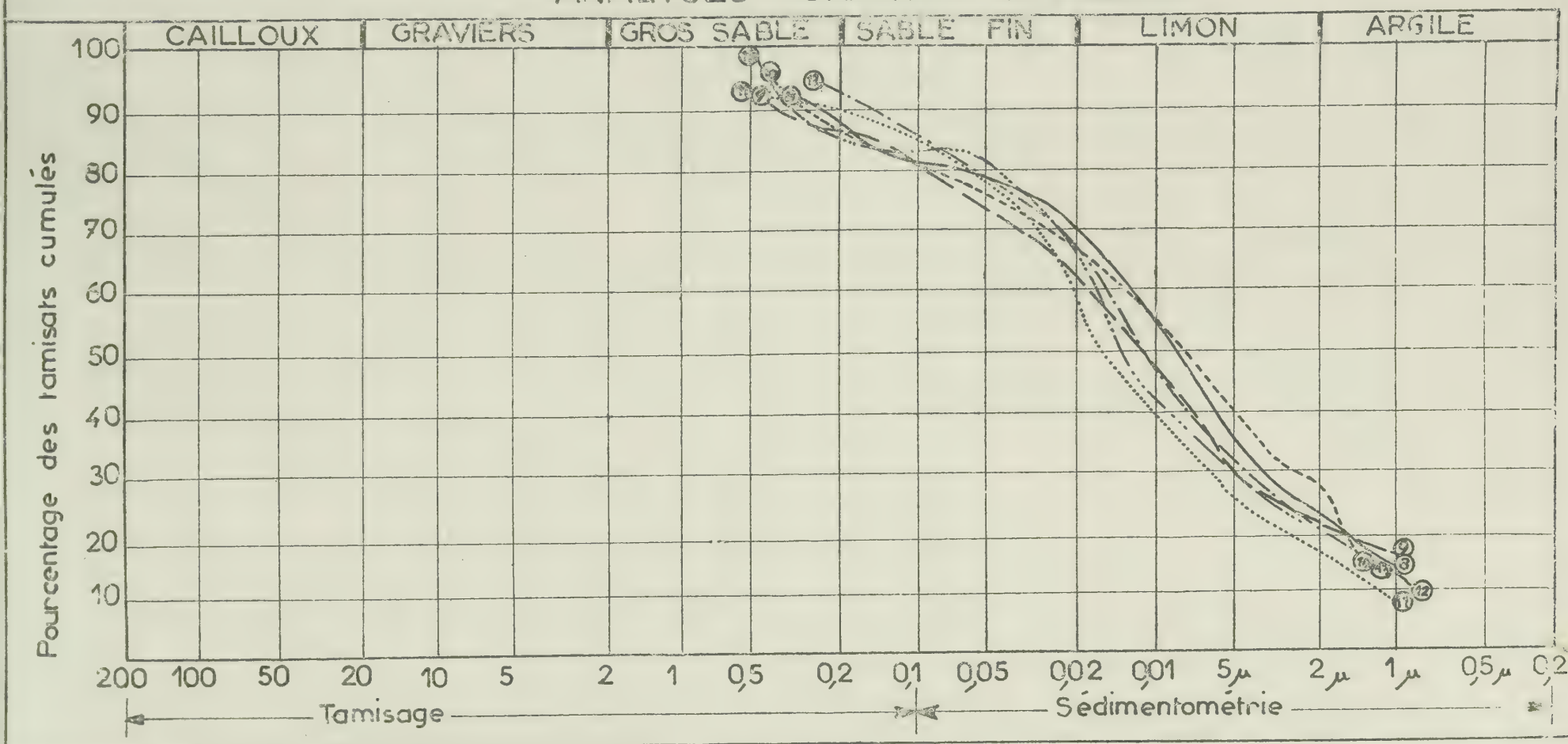
⑤ ·····: Marnes ondulées (Grés coquillier terminal) (LA FRESSE)

⑥ —·—·—: Marnes Muschelkalk moyen -Base- (PASSAVANT)

⑦ ——: " " " Partie moyenne (PASSAVANT)

PI VIII

ANALYSES GRANULOMÉTRIQUES



⑪ ——: Marnes Muschelkalk moyen. (PASSAVANT)

⑨ — —: " " " (GIRANCOURT)

⑭ ----: " " supérieur (HENNECOURT)

⑪ ·····: " " " (NOMEXY)

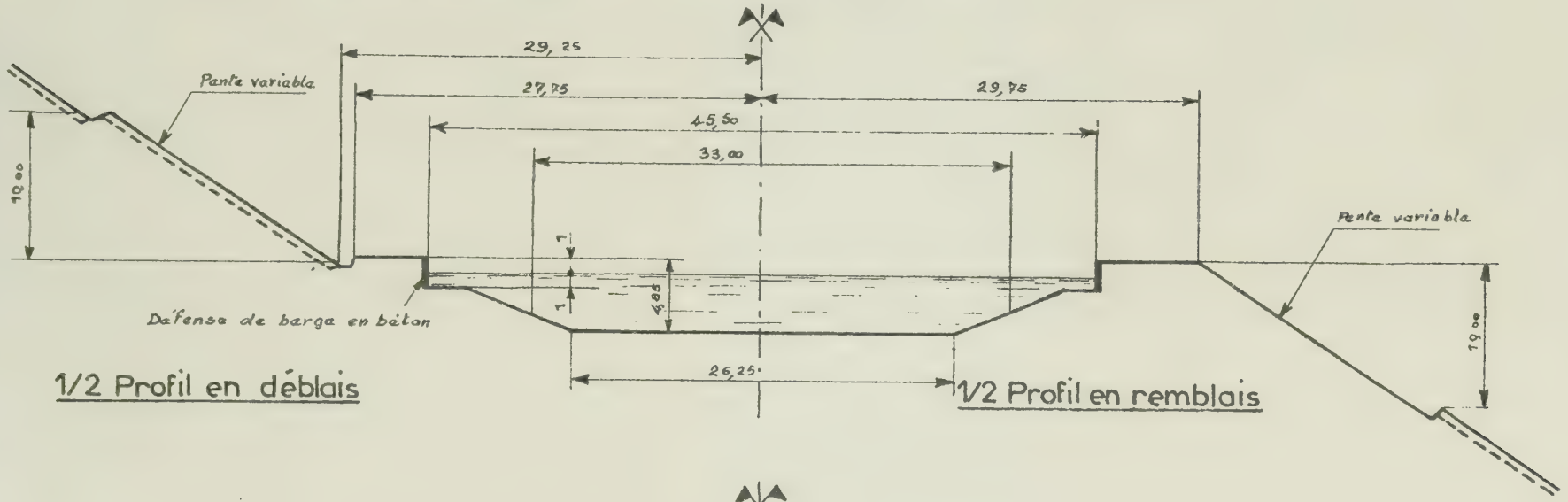
⑫ — · —: Marnes schisteuses dolom. Lettenkohle (BOCQUEGNEY)

⑬ ·····—: Marnes bariolées Lettenkohle (BOCQUEGNEY)

PLX

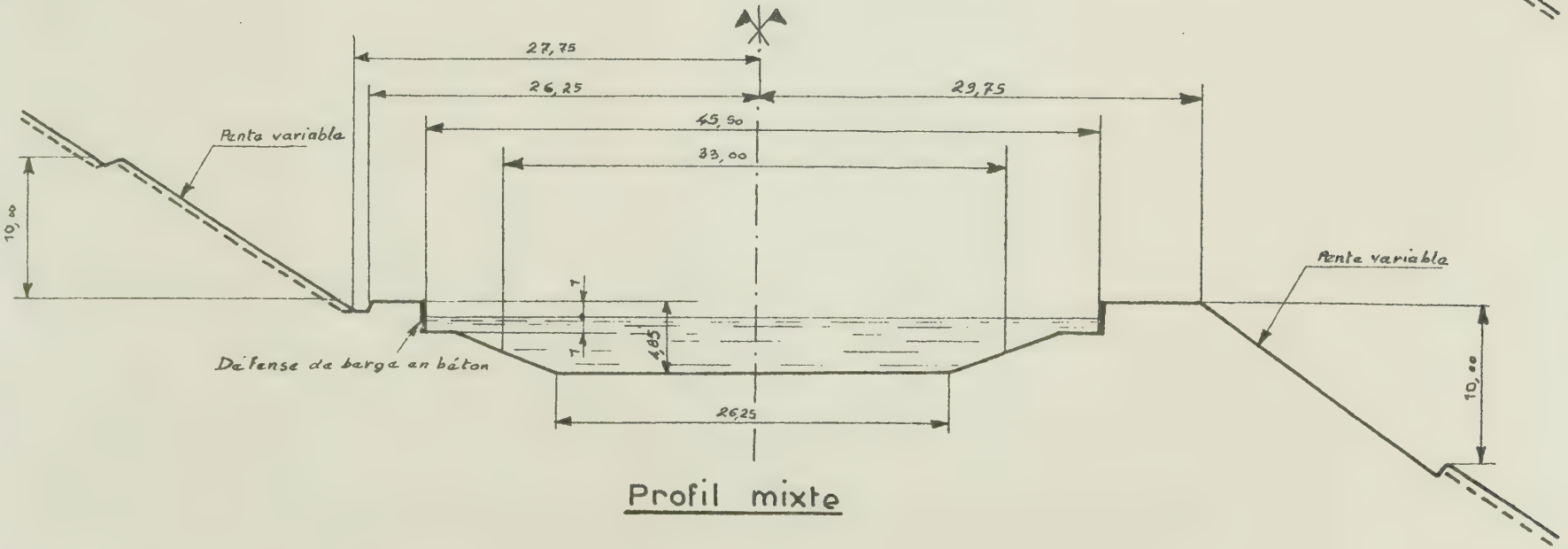
.– Canal en section courante —.

Terrain normal. Section mouillée: 140,60 M² - Échelle: 1/450



1/2 Profil en déblais

1/2 Profil en remblais



Profil mixte